42 СРПСКА КЊИЖЕВНА ЗАДРУГА 42

ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ

НАПИСАО

Д-р СВЕТОЛИК РАДОВАНОВИЋ

GB
1003
R3

P
L.St.Slav
S
Srpska Književna Zadruga
[Redovna Izdanja]

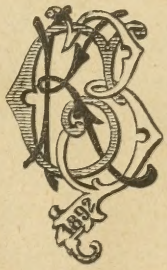
42 СРПСКА КЊИЖЕВНА ЗАДРУГА 42

ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ

ИЗДАНИ, ИЗВОРИ, БУНАРИ, ТЕРМЕ И МИНЕРАЛНЕ ВОДЕ

НАПИСАО
Д-Р СВЕТОЛИК РАДОВАНОВИЋ

СА 40 СЛИКА У ТЕКСТУ



У БЕОГРАДУ
ШТАМПАНО У ДРЖ. ШТАМПАРИЈИ КРАЉЕВИНЕ СРБИЈЕ
1897

584802
2.7.54

GB
1003
R3

ПРЕДГОВОР

Мало има наука, које имају толико примене у животу као Геологија. Поједини огранци ове науке или више њих укупно примењени су и у пољопривреди, и у архитектури, и у инжињерству, и у рударству, и у технологији итд. И кад би се, с обзиром на ове многоструке и разноврсне примене, хтело популарно изложити све поуке, које даје Геологија практичноме животу, морало би се написати неколико оволиких књига, као што је ова. Ми смо узели да популарно изнесемо само онај део из Геологије, који говори о подземним водама: једно, што су поуке, које отуда произлазе, заиста од великога значаја у практичноме животу, и друго, што је сама ствар по себи врло занимљива. Тако је постала ова књига.

При изради ове књиге употребљавана су важнија геолошка, хидролошка и балнеолошка дела. Примери су нарочито узимани из Србије, а по могућству и из суседних земаља. Писац је схватио свој задатак тако, да сва важнија и интереснија питања потанко изложи, а да споредна питања и питања мањега значаја само додирне, и то у толико, у колико је то потребно ради бољега разумевања главне ствари.

октобра 1897 год.
Београд. Свет. Радовановић

ПРЕГЛЕД САДРЖАЈА

I. стр.

Вода у ваздуху, на земљи и у земљи. — Опток воде у природи; велики значај његов и воде у опште. — Водена пара у атмосфери. — Атмосферски падежи. — Разлика у количини њиховој на разним местима. — Шта бива с атмосферском водом кад падне на земљу. — Атмосферске и телурске воде. — Задатак ове књиге. 1

II.

Земљина кора. — Стене слојевите и громадне, или таложне и вулканске. — Постанак њихов. — Периоди и формације у геолошкој историји земљиној. — Главне црте склопа земљине коре. — Слојеви пробојни (водоспроводни) и непробојни. — Постанак водене издани (подземне воде). — Извори и бунари. — Количина подземне воде стоји до климатских прилика и природе земљишта. — Бечки водовод као пример за ово. — Изворска и бунарска вода у једном терену једно су исто. — Ток подземне воде у нагнутим водоспроводним теренима и притоке његове. — Подземни извори. — Однос подземне воде к површинској. — Ток подземне воде кроз пукотине и канале у непробојним теренима. — Планински извори, врела, понори, понорнице

стр.

и речне пећине. — Наступни извори. — Потајнице хомољска и кучевска. — Извори с променљивом и сталном температуром. — Пећине леденице. . . . 11

III.

Подземна вода између два косо положена непробојна слоја. — Дубински извори. — Артески бунари. — Кратка историја њихова. — Сахара као најлепши пример за обилност артеске воде. — Погодбе за постанак артеске воде. — Париска котлина као пример за ово. — Геолошке прилике артеских бунара у појединостима су разнолике. — Разноликост артеских вода по дубини и температури. 46

IV.

Хемијски елементи и хемијска једињења. — Састав воде и њене особине. — Састав атмосфере. — Које састојке атмосферине и колико прима атмосферска вода у себе? — Киселине, базе, соли и њихови називи. — Састав земљине коре. — Које саставне делове њене и колико прима подземна вода у себе? — Прилике које ово мењају. — Бигар. — Суве пећине; сталактити и сталагмити. — Шта бива у даљем току подземне воде с растворевим минералним материјама? — Природно пречишћавање (филтрисање) подземне воде. — Хемиски састав обичне подземне воде. — Овај се састав мења. — Каквоћа обичне добре, здраве, воде. — Кварење подземне воде у насељеним местима. — Начин, на који се ово врши. — По чему се познаје покварена подземна вода? — Оцењивање воде, да ли је добра или није. 67

V.

Минералне или лековите воде; хладне, млаке и топле. — Састојци минералних вода. — Деоба минералних вода на класе. — Киселе воде; обичне,

стр.

алкалне, алкално-мурнјатске и алкално-салинске. — Слане воде: обичне, јодне и бромне; соле природне и вештачке, слабије, осредње и јаке. — Горке воде. — Сумпорне воде: обичне сумпороводоничне, сумпорно-кречне, сумпорно-салинске, сумпорно-мурнјатске и сумпоро-алкалне. — Земљане воде: карбонатне (киселе) и сулфатне. — Гвожђевите воде: киселе, сулфатне, арсенске и манганске. — Индиферентне терме. — Постанак слапих, горких и гвожђевитих сулфатних вода. Постанак киселих и сумпорних вода. — Постанак бања. — Расподела минералних вода у Европи као потврда за ово. — Три главна начина природне појаве минералних вода и четврти вештачки. 97

VI.

Гејзери. — Велики Гејзер и Строкур на Исланду као примери своје врсте. — Постанак гејзерита. — Старије и новије објашњење гејзера. — Ораканкорако и Ротомахана с Тетаратом на Новоме Селанду. — Народни Парк на Јелавстони у Северној Америци; Џин, Џинка, Кошница и Стара Верна као примери његових гејзера. 134

I.

Вода у ваздуху, на земљи и у земљи. — Опток воде у природи; велики значај његов и воде у опште. — Водена пара у атмосфери. — Атмосферски падежи. — Разлика у количини њиховој на разним местима. — Шта бива с атмосферском водом кад падне на земљу. — Атмосферске и телурске воде. — Задатак ове књиге.

Воде има у атмосфери (ваздуху): водена пара, магла и облаци; има је на земљи: извори, потоци, реке, језера, мора и океани, снег и лед; и има је у земљи: влага, водене жице и изданн (подземне воде) у опште.

Све су ове разнолике појаве водене једна с другом у присној вези; оне непрекидно прелазе једна у другу, и узајамно се одржавају. То је оно што се зове опток или кружење воде у природи.

Заиста има у природи појава које са своје простоте а величанствености очаравају. У овакве појаве спада и поменути природни опток воде, тако прост и од искони тако истоветан, а од тако огромнога значаја! Из мора,

језера, река и у опште с површине земљине под утицајем сунчане топлоте испарава вода и диже се у атмосферу; тамо досиева у хладније области и згушњава се у о б л а к е, па из њих, према разним приликама, пада у разним облицима тако званих а т м о с ф е р с к и х н а д е ж а (роса, магла, киша, слана, снег, град. Чим вода падне из атмосфере на земљу — ако ли је у чврстом стању, онда чим се отопи, одмах један известан део њен упија се у земљу, те одржава изворе и влагу у њој, а други један део, тежећи вазда све ниској и ниској тачки земљине површине, креће се, удружује, скупља у све веће и веће масе и, потпомогнут уз пут изворима, ствара поточиће, потоке, речице и реке, које мирно ходе последњем циљу својем — мору. Још у почетку овога пута, затим свуда уз пут, а највише кад стигне на мету своју — у море, вода испарава да поново оде у атмосферу, поново падне на земљу и поново предузме исти пут. И ово овако вечно траје.

Од каквога је огромнога значаја ово у суштини својој овако просто али непрекидно кружење воде у природи! Присутство њено у атмосфери изазива читав низ појава. А још већи и разноврснији низ појава има ток водни на земљи, где је вода и један од најглавнијих геолошких чинилаца и прва и најглавнија погодба целокупнога живота. Свака кап кише и изворске воде, свака водена жица, сваки млаз потока, сваки брзак речице, сваки талас реке и мора — све то ради, истина ла-

гано али непрекидно, али у току времена постиже резултате који задивљују. Браздице кишних капљица постају све јаче и све веће; јаружица, којом дере поточић, бива све дубља; поток постаје речица, и временом у стању је да створи величанствену клисуру; корито брдске реке проширује се у дубоку долину, а велика река пара пространу равницу. Почевши од врха планина па до пучине сињега мора непрестано се сналаза материјал с терена, које захвата ток воде. А путујући кроз земљу и избијајући у свакојаким изворима, вода на многоструке начине и непрестано раствара и са собом износи материјал из терена, кроз које пролази. Силан, дакле, земљани материјал, потиснут с врха планина и брда и свуда уз пут, креће се, теран дејством воде, све ниже и ниже. Тако се у лику земљину врше непрекидне промене: стварају се и проширују шећине, јаруге, клисуре, долине и равнице, и кроз њих се преналаза земљани материјал с виших места, да се нанесе и сталожи по нижим. Сем тога вода још уз приномоћ ваздуха, топлоте и мраза разједа, дроби и ситни стеновите масе, претварајући им тако површину у трошан земљани застирач њихов — у обичну земљу. И вода, која је покретач и посилац свега овога, још је од огромнога значаја, што без ње не би било ни живота на земљи. Заиста, дробећи стеновите масе и претварајући им површину у обичну земљу, и стварајући у главном разноликe низине и висине на земљи, вода чини подлогу, а уз при-

помоћ климе[1] и расподелу целокупнога биљнога света, а тиме непосредно или посредно одржава и сав сувоземни животињски свет. Затим, вода је средина у којој живи, развија се и множи велики део биља и још већи део животиња; у овом погледу наука сматра воду као колевку живота. Најзад, она не само да је поглавити састојак и животиња и биља, него је уједно и основа при најважнијим им животним радњама. У 100 делова човечјега тела има 59 делова саме воде, а има животиња, у којих је има много више, и биља, у којега је има више од 90 делова. Свака храна, и животињска и биљна, и чврста и течна, има опет у себи воде. На послетку, да се храна свари, за одржање и рад живота спреми и по телу разнесе, опет је, поред осталих сокова, потребна и вода, тако да је у овом погледу морамо сматрати такође као праву храну.

Као што смо напоменули, водена пара долази у атмосферу поглавито услед испаравања воде на површини земљиној. Под истим погодбама биће више водене паре онде, где има више воде на расположењу. Отуда у ваздуху над површином мора, језера и река има вазда понајвише водене паре. Како је испаравање час јаче час слабије, то и водене паре у опште има у ваздуху час више час

[1] Под климом разумеју се све појаве у ваздуху над извесним местом на земљи: густина ваздуха, топлота, светлост, висина атмосферских падежа, правац и јачина ветрова и електрина.

мање. Испаравање поглавито стоји до температуре (топлоте) и притиска (или тежине) ваздуха.[1] Зашта, што је јача сунчана топлота, и више воде испари и оде у ваздух. Отуда је ваздух у ваздуху више водене паре дању но ноћу, више лети но зими, више на екватору но идући половима, више у долинама и равницама но у планинама. Али исто тако и што је ваздух гушћи, тј. што јаче притискује на површину воде, у толико спорије и испарава вода и теже улази у ваздух пара њена. Узмимо да је ваздух толико густ, да се притисак његов на познатој справи барометру обележава висином живе од 74 мм., онда, ако је топлота његова 0°, може примити он у себе само 0·3% водене паре, ако ли му је топлота 5°, може примити паре 0·45%, ако је 10°, онда 0·66%, ако ли 15°, онда 0·95%, ако 20°, онда 1·35%, ако 25°, онда 1·88%, ако 30°, онда 2·57% итд. За ово се каже да је ваздух паром „засићен".

Сем испаравања воде под утицајем сунчане топлоте, долази у ваздух водена пара још и услед тога, што на многим местима избија она из саме земље (у вулканским областима и на врућим изворима), и што се ваздух ствара при сваком сагоревању, распадању и труљењу органских тела и при дисању животиња.

Целокупна водена пара диже се у атмосферу, скупља у облаке и разноси на све стране

[1] Ближе о температури и притиску ваздуха види у 35 књизи Српске Књижевне Задруге („Књига о Здрављу") стр. 48 и 51.

око земље утицајем ветрова. Области у близини екватора, где су се стекле све погодбе за што јаче стварање водене паре пространа мора, висока температура и јак утицај сунчаних зракова, личе у овом погледу на невидљиве водоскоке, који непрекидно бацају у ваздух огромне млазеве водене паре, одакле се ова шири к половима. Ма од куда се дизала, водена пара, кад дође у хладније области, почне се згушњавати; тако се стварају разноврсни облаци, који према приликама дају течне и чврсте атмосферске падеске. У обичним приликама један кубни метар ваздуха, тонал 25° Ц., има, кад је засићен воденом паром, 22·5 грама воде у себи; кад се охлади до 0°, онда се од њега издваја мало више од 17 грама кише. Из облака ће падати киша или снег, како је кад температура изнад или испод 0°. Роса, слана и иње не падају из висине, него се хватају по разним предметима из ваздуха или магле што их непосредно окружује. Кад је време тихо, охлади се пред зору ваздух око хладних чврстих тела и згусне се на њима ваздушна водена пара као роса или слана, како је кад температура изнад или испод 0°. На исти се начин, према температури места, магла хвата на чврста тела као роса или иње. Што се тиче тога, како постаје град, то се управо још и не зна. Град пада уз олују и грмљавину, и то само лети и обично дању.

Врло је велика разлика у количини атмосферских падеска на појединим местима на

земљи. Ово долази отуда, што нису свуда подједнаке прилике да се водена пара згусне у кишу или у снег. У овом погледу од највишега су утицаја високе планине, на којима се водена пара згусне као дах на каквом хладном предмету. С тога се врло често може приметити, како се планине пуше, густом маглом обвијене, док је у долини леп сунчан дан. Сличан значај у нижим областима имају шумски крајеви, јер је температура у њима услед непрестане хладовине махом знатно нижа но паром богатога ваздуха у околним областима. На многим местима нема погодаба, да се водена пара згусне у ситне капљице и да се тако образују облаци, који би после давали кишу. Ово је нарочито у топлијим крајевима. Ту ни ноћу нема никаквих облачака на небу, и ту кишу потпуно замењује роса, која постаје услед тога, што се површина земљишта брже хлади но ваздух, па пошто ноћ постане хладнија од њега, те се тако овде на површини земљишта врши оно, што се врши кад водена пара досне у хладније области: водена се пара скупља у сићушне капи. У унутрашњости великих копана, нарочито у Персији, Арабији, у Африци, а исто тако и у неким приморским крајевима, као нпр. у јужноамеричкој држави Перу, не пада никад киша, а на неким острвима близу југозападне америчке обале пада скоро сваки дан; на многим местима пада киша врло често, али је укупно падне мање, но на другим местима, где пада ређе или само у извесно доба;

на североисточној обали Кине, на Фалкландским Острвима и у поларним областима пада сразмерно мало кише, али су зато стално притиснути густом маглом.

Колико пада кише у којој области, може се врло лепо одредити тако званим кишомерима, нарочитим судовима, који су намештени на отвореним местима, да се у њих скупља киша, али су у исти мах осигурани од испаравања ухваћене воде. Висина снега мери се обичним начином. Тако се у току више година одређује просечна висина годишњих атмосферских падежа у извесној области, тј. до које би висине прекрилила површину земљину атмосферска вода, кад нешто не би испаравала натраг у ваздух, отицала даље и упијала се у земљу. У умереним климатима просечна годишња висина атмосферских падежа обично је око 0·6 метра у равницама, а око два пута па и више већа у планинским крајевима; у тропским областима пак, и поред тога што тамо по осам месеца не пада киша, достижу атмосферски талози за време кишнога доба висину обично преко два метра, а по негде и преко пет метара. Међу тим ово се, као што је напоменуто, веома мења према месним приликама. Тако је нпр. у Француској на ушћу реке Сене просечна годишња висина атмосферских падежа 0·799 метра, у Паризу 0·54 метра, а у области планине Морвана 1·57 метра; даље, у вароши Ливерпулу у Енглеској 0·86 метра, а на планинама око Јрског Мора чак 3·85 метра; тако у Норвешкој

пада много више кише (у Бергену просечно годишње по 2·65 метра) но у Шведској; тако, најзад, у подножју огромне планине Хималаја у Азији има места, где атмосферски падежи достижу годишњу висину од 8, 12, 15, па и 20 метара. Узмимо да је на неком месту просечна годишња висина атмосферске воде један метар, онда би, кад би се нешто сва атмосферска вода што падне на земљу одржавала, за 10.000 година прекрилила површину земље на томе месту море од некаквих 10.000 метара дубине!

Али ово не бива овако. Као што је већ напоменуто, од атмосферске воде одмах се један део испаравањем враћа у ваздух, затим нешто отече по површини, а нешто се упије у земљу. У главном може се рећи, да *приближно* једна трећина испари, друга трећина отече, а трећа трећина да се упије у земљу. У појединим случајевима пак ова је сразмера за сваки крај друкчија. Она стоји до климатских прилика, природе земљишта и површине његове. Од напредно мале количине кише, што падне на Сахару, и од росе, што се редовно ноћу нахвата по површини њеној, врати се преко дана махом све испаравањем у ваздух; у пролинама раздробљеним и каналићима прорешетаним теренима од кречнога камена понире главни део атмосферске воде у дубину; низ стрме стене од неиспрсканих стеновитих слојева сјури се највећи део поточићима и млазевима у долине.

Према томе одакле долазе и где се налазе воде у природи, делимо их на двоје: 1. на атмосферске или метеорске (ваздушне) и 2. на телурске (земаљске) воде. У прве уврштујемо све оне, које нам из ваздуха падају (маглу, росу, кишу, слану, иње, снег и град), а у друге оне, које се налазе на земљи (изворске, речне, барске, језерске и морске) или у земљи (влагу и подземне воде).

Ми ћемо у овој књизи нарочито разгледати ову последњу врсту земаљских вода, а обратићемо пажњу на воде, које се појављују на земљи, и на ваздушне у толико, у колико су оне у вези с`овима или у колико је то потребно, да бисмо саму главну ствар боље разумели. О метеорским водама нарочито се бави наука Метеорологија, а воде на земљи проучавају, поред осталога, науке Географија и Геологија; прва их разматра по природи и расподели њиховој и према утицају на људску културу, а друга у погледу на промене, које оне изазивају у саставу земљине коре.

II.

Земљина кора. — Стене слојевите и громадне, или таложне и вулканске. — Постанак њихов. — Периоди и формације у геолошкој историји земљиној. — Главне црте склопа земљине коре. — Слојеви пробојни (водоспроводни) и непробојни. — Постанак водене издани (подземне воде). — Извори и бунари. — Количина подземне воде стоји до климатских прилика и природе земљишта. — Бечки водовод као пример за ово. — Изворска и бунарска вода у једном терену једно су исто. — Ток подземне воде у нагнутим водоспроводним теренима и притоке његове. — Подземни извори. — Однос подземне воде к површинској. — Ток подземне воде кроз пукотине и канале у непробојним теренима. — Планински извори, врела, понори, понорнице и речне пећине. — Наступни извори. — Потајнице хомољска и кучевска. — Извори с променљивом и сталном температуром. — Пећине леденице.

Геологија или наука о саставу земљину учи нас, да је тако звана земљина кора (тј. спољашњи део земље, у колико је приступачан научном испитивању) састављена од разноврсних земљаних и каменитих, растреситих и чврстих материјала, који се називају

стене. Као год, дакле, камените громаде и плоче гранита, кречнога камена, лаве итд. исто су тако у науци — само нарочите — стене и песак, шљунак, ума, угаљ, руде итд. Ма какве биле по својој природи, и ма како се иначе између себе разликовале, стене у главном могу бити двојаке: или су слојевите, тј. појављују се у слојевима разне дебљине и изгледа, или нису слојевите него громадне. У слојевитим се стенама скоро увек налазе скамењени остаци од животиња (љуштуре од пужева и шкољака, кости од риба итд.), а ређе још и уабоносани или угљенисани делови од биља (лишће, грање, стабла); ово су тако звани фосили или петрефакти. Биљни остаци граде често и сами за се простране и дебеле слојеве каменога или мрког угља, а комади од кречних љуштура корала, пужева, шкољака и других животиња састављају кречни камен, који заузима огромне просторије. У громадним стенама нема никад фосила. Кад узмемо на ум ово, и кад видимо, како се по долинама река, у језерима, заливима и морима од разноврсног минералнога градива, које вода са собом носи, тако рећи пред нашим очима непрекидно стварају разни слојеви са сахрањеним остацима од пужева, шкољака, риба итд., а како опет, с друге стране, из вулкана куљају растопљене минералне масе, које, кад се охладе, потпуно личе на громадне стене, које виђамо у саставу земљине коре, онда је разумљиво, да су све слојевите стене морале постати таложењем

у води, а да су громадне искуљале оздо као вулканске. Разгледајући изближе фосиле у слојевитим стенама, можемо, према томе да ли су они остаци морских или језерских или речних животиња или биља, увидети, да ли је на којем месту некада, док су се ти слојеви таложили, било море па отишло на другу страну, или језеро па усануло, или река па променила ток. Највећи део земљине коре састављен је од слојевитих стена: оне не само да састављају простране низије и равнице, него и планине огромне величине и висине, као што су Алпи, Кавказ, Хималаји, Кордиљери итд. Највећи део садашњега копна морао је дакле некада бити под морем, па су се онда слојеви стена, који су се том приликом створили наносом и таложењем, на какав било начин издигли до изнад морске површине и постали копно, а море је поступно отишло куд на другу страну, и захватило нове крајеве, који су пре тога били сува земља. Ово се и данас дешава. Тако нпр. северни крај Скандинавије полагано се све више диже из мора, а јужни поступно све више тоне; стари друмови поред мора већ су неколико метара под водом. Ово се врши поступно и лагано, да се само у току векова може јасно ухватити. Све ово доводи нас до закључка, да земљина кора, узета у целини, не стоји мирно, него се лагано диже и тоне, те су јој услед тога поједини делови у току дугог и дугога времена, које човек може само да назре али никако да одреди, редом час потпадали

под море, час бивали сува земља. Земља је, дакле, пролазила кроз дуги низ оваквих мена, и ове мене чине поједине периоде и епохе у геолошкој историји њеној. Тако Геологија у историји земљиној разликује п е т к о п и с к и, с т а р и, с р е д њ и и н о в период, и ове даље дели на 14 епоха, које се називају Ф о р м а ц и ј е (нпр. формација силурска, формација каменог угља, формација јурска, формација кретацејска, формација терцијарна, формација квартарна итд.).

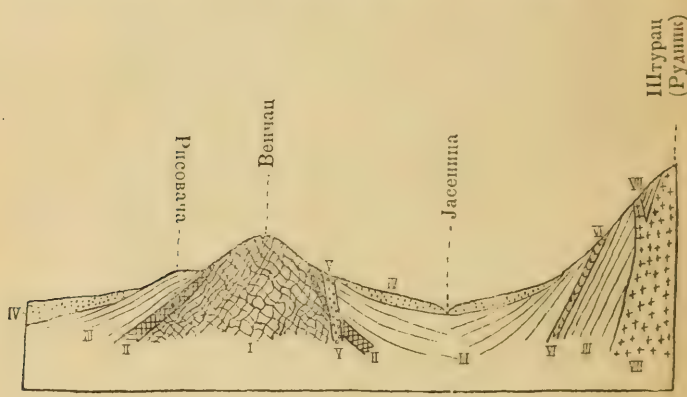
Ма како да је занимљиво разгледати поједине епохе у геолошкој историји земљиној, опет се не можемо даље упуштати у ова разматрања, јер би нас то и сувише удалило од главнога предмета. За нас је овде од већега значаја разгледати главне црте склона земљине коре. Као што смо видели, поједини крајеви земљине коре бивали су за време појединих геолошких епоха час под морем час сува земља, и при том се земљина кора приликом лаганог и поступнога таласања својега негде некад више а некад мање издизала. Услед тога и долази, да у склону земљине коре слојеви из доцније (млађе) формације могу исто тако прекрилити слојеве пређашње (старије) формације као и раније громадне стене, и да млађи слојеви могу равномерно доћи преко старијих, или ови стоје косо према њима. Сем тога у разна геолошка доба слојеви земљине коре у великим појасевима убирали су се, градећи тако дуге и велике планинске венце, а уз то су се, које поред ових

набора, које у самим њима, које на другим местима, стварале дубоке пукотине, низ које су се поједини делови земљине коре лагано раседали, тј. једни клизали на ниже, а други остајали, па је онда море доцније, а кашто и упоредо с овим, поглавито залазило у снижене крајеве, док су остали остајали сува земља. На тај начин састав земљине коре бива још замршенији. Млађи слојеви долазе у једном крају равномерно преко старијих, а у другом се наслањају поред ових; негде су слојеви благо положени, а негде су, услед убирања, коритасти или седласти, или од сваке руке изувијани; продужење њихово негде је, услед раселине, много дубље но до тога места, каштo и стотинама метара итд. Уз све ово долази још и дејство текуће воде, потпомогнуто атмосферском водом, те се на површини земљишта стварају разне бразде, клисуре, долине и равнице, прекривене по дну а донекле и по странама разним наносима, докле се косе између њих и заравни, па и сами

Сл. 1. Геолошки састав Крајине (у пресеку). 1 исконске слојевите стене (гнајс); 2 и 3 слојеви пешчара и слојеви кречњака из формације кретајске; 4 слојеви песка, уме и угља из формације терцијарне; 5 обична земља.

врхови планина застиру земљаним покровом, који постаје од растрошене површине најгорњих слојева (сл. 1, 2 и 24).

Готово нема стене, у којој вода не би нашла ма какву пукотину за пролаз, или у коју не би у току времена уз припомоћ мраза и наједањем бар донекле продрла. Али ово бива код многога материјала, из којега је састављена земљина кора, тако споро и у тако незнатним количинама, да се о томе у по-



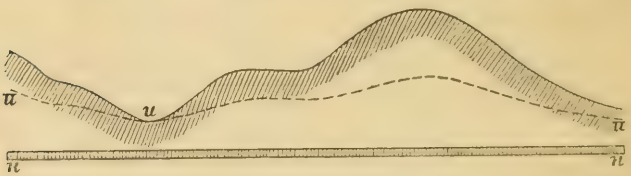
Сл. 2. Геолошки састав Венчаца и Рудника (у пресеку). I шкопске слојевите стене; II слојевите стене старога доба; III слојевите стене средњега доба; IV слојевите стене новога доба; вулканске стене: V серпентини, VI лампрофири и VII порфирске.

гледу на ствар, која нас овде интересује, не може ни водити рачуна. С тога се у овом смислу имају да разликују слојеви, који воду не пропуштају (непробојни), и слојеви, који воду упијају и даље спроводе, пропуштају (пробојни или водоспроводни).

У пробојне или водоспроводне слојеве долазе на првоме месту шљунак и песак, затим стене од њих састављене: конгломерати (слепљени шљунак), пешчари (слепљени песак) итд.; у непробојне нарочито ума, глина, глинци итд. Стеновити слојеви пропуштају махом врло мало воде, сем ако нису пукотинама и пукотинама раздробљени; ово је пак случај са свима кречницима, који су с тога редовно потпуно пробојни слојеви.

Свуда где се пробојни слојеви налазе на површини земљиној, упијају они према времену и блажој или стрменитијој површини земљишта већи или мањи део атмосферске воде, па један извесан део задрже стално у себи као влагу, а што преко тога претече пропуштају даље и спроводе је на ниже. Према природи својој пробојне стене задржавају и разну количину воде у себи као влагу, и то стене које најлакше пропуштају воду, као шљунак и песак, најмање, а што год су теже пробојне све више. Непробојни глиновити слојеви упијају такође знатну количину воде, па кад се влагом засите, онда се отпочне над површином њиховом скупљати подземна вода, и отпочне се стварати тако звана издан, чија површина поступно све више расте од непробојнога слоја у висину, што више атмосферске воде кроз горње пробојне слојеве придолази. Кад се пробојни слојеви влагом засите и подземном водом до површине напуне, онда се нова атмосферска вода, ако нема прилике да отиче, задржи на површини као бара.

Међу тим површина издани ретко је до саме површине земљишта или одмах близу ње, него метар, два и више метара у дубини. Она махом није равна, него приближно има исти облик као што је површина земљишта. Ово долази отуда, што делови пробојних слојева изнад површине издани под утицајем сунчане топлоте губе влагу, коју су приликом пролаза атмосферске воде у се ушли, па ову надокнађују оздо, привлачећи је из издани. У извесној дубини постављена је равнотежа између овог испаравања на површини и усисавања оздо. Ова је дубина различита према добу го-

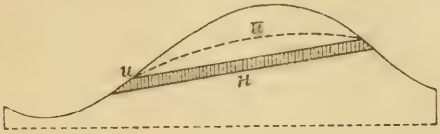


Сл. 3. *п п* непробојни слој; *ии* површина издани; *и* извор.

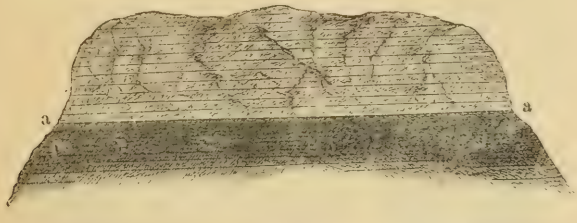
дине, али је у истом терену приближно једнака, те отуда испод таласасте површине земљишта подземна вода и не може имати хоризонталну но више таласасту површину (сл. 3.), испод испупченог — главичастог — испупчену (сл. 4.) итд.

Кад је непробојни слој хоризонтално положен или улокнут, подземна ће вода у главном остати ту где је, или ће бочно преливати у изворима, и то свуда где за то има удесних прилика, нпр. какву јаругу или у опште усек до испод површине јој или до дубине

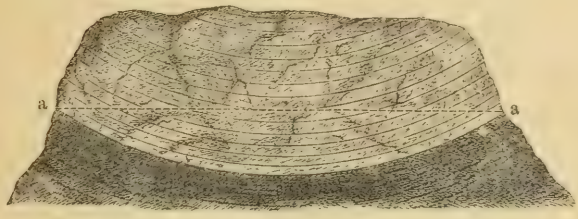
непробојнога слоја (сл. 3, 5, 6 и 7). Исту ову воду добићемо кад саградимо бунар, тј. кад у земљишту ископамо јаму мало дубље



Сл. 4. *н* непробојни слој; *п* површина издани; *и* извор.



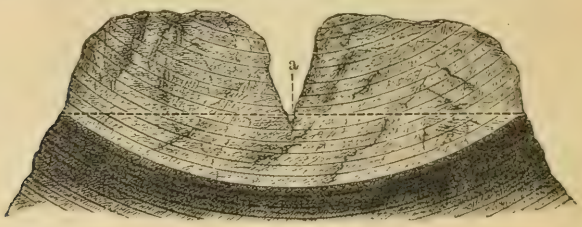
Сл. 5. Горе пробојни, доле равни непробојни слојеви; а а извори.



Сл. 6. Горе пробојни, доле улокнути (коритасти) непробојни слојеви; а а извори.

но пито је површина издани: тада ће на дну јаме, која се обзида или талпама обезбеди, оздо и са стране притицати и сакупљати се вода

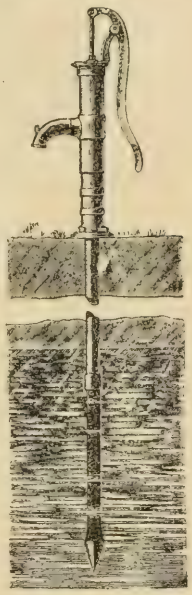
до висине, која одговара површини издани, и ова се вода ковом или пумпом вади напоље. Уместо да се копа, може се бунар и бушењем сградити: има нарочито уђешених свредала, којима се избуши земљиште, док се не уђе у подземну воду, и онда се у избушену рупу (која се може и цевима обезбедити) усади пумпа. Најзад у повољним приликама могу се бунари сградити и на тај начин, што се узме гвоздена цев с решетком на дну, па се набије у земљу, докле доњим крајем не уђе у издан, и онда се озго за цев заврти пумпа, којим се спише подземна вода (сл. 8).



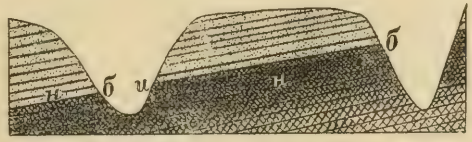
Сл. 7. Доле коритасти непробојни слојеви, горе пробојни, просечени долином; *a* извори.

Кад непробојни слој стрмо лежи, онда ће подземна вода на дом његовим предузети кроз водоспроводни слој даљи пут на ниже. И у овом случају јављаће се извори на местима, где им се за то укажу згодне прилике, али поглавито на једној страни, онамо, на коју страну непробојни слој тоне у дубину (сл. 4 и 9). И ову ћемо воду добити исто тако бунарима, који ће сићи у земљу до испод површине њене издани.

Количина воде у издани стоји до природе земљишта, које упија атмосферску воду, и до климатских прилика у опште, а поглавито до просечне количине атмосферских падежа. С тога се при оцењивању количине подземне воде поред величине терена вазда води рачун још и о поменутим чиниоцима. У областима, у којима има врло мало или нема ни мало атмосферских падежа, има и врло мало или нема ни мало подземне воде и извора. Исто тако у областима где је земљиште непробојно, као што је то случај у неким степским крајевима, нема ни издани ни извора. Да подземна вода долази од атмосферске, најбољи нам је доказ тај, што после великих суша вода у изворима и бунарима



Сл. 8.
Бунар набивен у земљу.



Сл. 9. *н* непробојни слојеви између којих се налазе пробојни; *б* безводне стране долина; *и* извори.

знатно ослаби, а често је за извесно време и престане. Примери за ово тако су познати, да

их не треба ни наводити. Поменућемо само један, који је чувен са своје интересности. За бечки водовод ухваћено је неколико јаких извора на источним падинама Шнеберга и Раксалпе, планинских висоравни много виших и од нашега Копаоника. Ови извори дају и лети и у јесен ако не више а оно исто толико воде, колико и кад је количина атмосферских падежа највећа — појав који на први поглед изгледа загонетан, али који је врло прост и јасно говори у прилог горњега закључка. Висоравни поменутих планина састављени су од слојева од кречнога камена, кроз чије многобројне пукотине и канальиће иде атмосферска вода до њихова темеља од непробојних шкриљастих стена, и на додиру кречњачких слојева с овим непробојним јављају се снажни извори. Као у многим кречњачким теренима, тако и на поменутим висоравнима има врло многих удубљења, која се преко зиме напуне снегом, и то не само оним што у њих напада, него још и који се навеје с оближњих узвишења. Лети се овај снег стане отапати, на то траје до позне јесени, те отуда онда, кад би у изворима требало баш да опадне вода, они обилато дају дивну, бистру, хладну воду.

На основу досад изложенога долазимо до закључка, да између изворске и бунарске воде по природи њиховој никаквих разлика и нема. Обе се оне одржавају од једне исте издани, и управо извори су места, где је подземна вода сама себи нашла пута да избије на површину,

а бунари, где су је људи сами учинили приступном. У опште може бити само разлике између подземне воде из једнога и из некога другога терена. А што пак по који пут има разлике између изворске и бунарске воде и из једнога истога терена и што често бунарске воде не ваљају, томе има нарочитих узрока, које ћемо доцније ближе разгледати.

Видели смо да подземна вода, кад у путу свом удари на косо положени непробојни слој, предузима падом овога пут на ниже, крећући се у водоспроводном терену *лагано* све даље и све више у дубину. У овом случају може се врло лепо измерити *пад* и одредити *подземни ток* њен. Одељци једног истога водоспроводнога терена, који су крајевима међу собом повездвајани, скупљају сваки за се подземну воду и спроводе је на ниже. Појединн токови удружују се и скупљају најзад у један *главни ток подземне воде*, те на тај начин, као год на површини земљиној што имамо какву реку и њене притоке, имамо често и код подземних вода *главни ток* и *споредне токове* његове. Ово нарочито бива у млађим геолошким теренима, који су створени по усецима и долинама старијих, и који су разгранати по речним равницама и долинама.

Ако нема прилике да избије на површину земљину у изворима, подземна ће се вода изливати у реке, језера и мора, или ће улазити у друге водоспроводне терене у облику *подземних извора*. У подземну воду равнице Макиша код Београда уливају се и многи из-

вори из суседних кречњачких брегова. У морима и језерима зна се у близини обала за врло многе подземне изворе бистре и слатке воде. Дуж свих река, које су се коритом својим удубле до нивоа подземне воде суседних терена, јављају се подземни извори, чија се вода и по хладноћи лети или топлоти зими и по бистрини често намах може разазнати. Реке су дакле природни канали за одводњавање терена с подземном водом.

Врло је интересно загледати изближе у међусобни однос подземних вода и река. Водоспроводни терен може бити *старији* од реке, тј. он је пре створен, па је доцније преко њега ударила река, а може бити *истовремен* са њом, тј. створила га је сама река, доносећи непрестано приликом разних својих излива тако звани наносни материјал или нанос, тј. муљ, песак, шљунак итд.

Да видимо сада први случај. Река удара преко некога водоспроводнога терена, који, наравно, већ има у себи подземне воде, и гради у њему усек за своје корито. Узмимо да је овај усек сишао чак до непробојнога темеља водоспроводнога терена. Како је ниво реке махом на најнижој тачки у терену, па дакле много нижи но почетни ток подземне воде, то је и притисак, који врши подземна вода на реку, вазда јачи, но притисак што га врши река на подземну воду. Услед тога ће се вода из подземне издани изливати у речну. Али и речна вода притискује бочно на подземну, те је успорава и натерује да на дођиру израв-

нају површине, а према овоме удеси се затим и пад подземне воде чак од почетка па довде. Подземна вода изливаће се, дакле, у речну, а ова ће јој у главном одређивати ниво. Спадне ли ниво речне воде, онда ће то повући и опадање нивоа подземне воде; дигне ли се ниво речне воде, дићи ће се и ниво подземне. — Узмимо сад да усек речнога корита није спиао до непробојнога темеља водоспроводних слојева. И у овом ће се случају притиском подземне воде на речну и обратно изравнати на додиру нивои њихови, али ће се сада поглавито само један — горњи — део подземне воде изливати у речну, а доњи део њен наставиће и даље лагани ток свој надом непробојнога слоја испод реке на ниже. Речна вода не може у водоспроводне слојеве преко којих тече, јер јој подземна вода притиском својим не да тамо; ово се још више потпомаже финим муљем, који се из реке таложи по дну корита и којим она тако речи себе заштива. Али и подземна вода испод реке, макар да јој је ниво поменутом деобом у два хоризонта (један што се бочно држи с речном, а други што је испод реке) поремећен, те се услед тога налази под притиском тежећи у вис, не може ипак да се излије у речну, пошто је ова озго притискује. Да овај притисак заиста постоји, најбоље се можемо уверити, кад у реку кроз воду спустимо гвоздену цев, па је забијемо да доњим отвором уђе у подземну воду: ослобођена на овом месту од притиска речне воде, подземна ће се

вода намах испети у цеви, и то редовно чак и више нивоа речне воде.

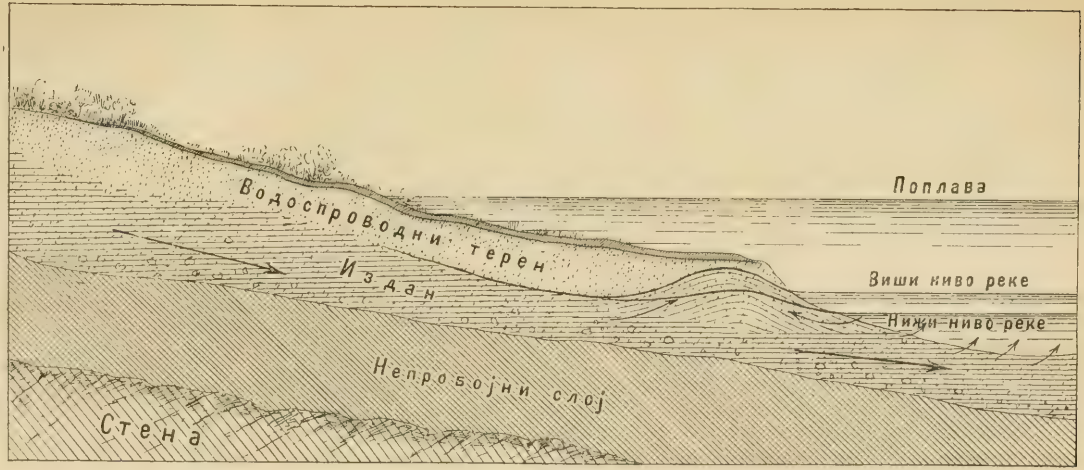
Сасвим је исти појав и у оном случају, кад је водоспроводни терен постао наносима саме реке. Од постанка првих делова својих ушића он атмосферску воду и спроводи је реци, па се ту узајамним бочним притиском између ове и речне воде регулише ниво њин. У току времена расту наносни терени непрестано, и то како приликом речних излива, тако и тиме што се раздробљени материјал с оближних брда спира кишом и потоцима у њих. Свака већа река пак у горњем току свом непрестано дубе своје корито, и материјал који тако понесе са собом, као и онај што прими у се од суседних обала, што се утицајем времена осипа у њу, проноси она кроз средњи ток свој и наноси га у доњи ток. Овде га непрестано таложи, тиме поступно издиже своје корито, и испод њега ствара све дебље водоспроводне слојеве. И тако сад наступа оно исто, што је у претходном случају: подземна вода из водоспроводнога терена удара на речну, и један — горњи — део њен излива се у реку, а други — доњи — наставља свој лагани ток испод реке падом наноснога терена у долини.

Све ово представљено је јасно на сликама 10 и 11. На слици 10 имамо лево и десно брдовити терен, чијим је осипањем и речним наносима створен разграпати водоспроводни терен, представљен у средини, а преко овога имамо горњи, средњи и доњи речни слив. Истачканим линијама назначени су по-

Сл. 10. Ток речне воде по површини и ток подземне воде (издани) с притокама својим.

једини токови подземне воде, који се са свих страна удружују у главни ток подземне воде. Што год се дакле иде даље низ долину и што год се више бочних долина скупљају у главну, по правилу има и више воде у терену, јер све више приточних токова придолази. На слици је представљено, како се главни ток подземне воде не налази баш испод речнога тока, него са стране. Ово често бива, кад је водоспроводни терен старији од речнога тока, па овај удари куд га прилике нанесу. У водоспроводним теренима истовременим с реком бива ово кад речни ток промени свој правац; иначе је овде по правилу главни ток подземне воде испод њега.

На слици 11 представљени су интересни односи подземне воде према речној. При поступном рашћењу и опадању реке диже се и спушта ниво подземне воде. Бочни притисак речне воде, која тежи да се упије у обале, и противни јој махом јачи притисак подземне, која тежи да се излије у њу, чине да се овде створи успор у подземној води и да се услед тога у овој образује као неки већи или мањи талас подземне воде дужином обала. Надође ли река још више, одмах упоредо с тим и овај талас од успора подземне воде бива већи и речна вода опет нема могућности да продире у терен. Само по који пут може бити да и речна вода улази у суседне водоспроводне терене: кад напрасно надође река, те поплави терен, па је отуда и притисак њен много јачи на подземну воду



Сл. 11. Однос изданске воде према речној за време ниске воде, више воде и поплаве.

но обратно. Ну овај се притисак одмах почне све више изједначавати образовањем успорног таласа подземне воде даље од речних обала. Обратно бива кад оваква река нагло одиђе: сад је притисак подземне воде јачи на речну по обратно, и с тога се она тада у реку много више излива но обично, па затим опет настану редовне прилике.

Да сведемо што смо досад о овом питању казали. Подземне и речне воде одржавају се напоредо узајамним притиском. Речна је вода вазда на нижој тачки но почетни токови подземне воде; отуда је притисак, који врши подземна вода на речну, вазда јачи но притисак речне воде на подземну, и отуда се подземна вода стално излива у речну, а не обратно. Заиста, кад нешто не би овако било, реке, нарочито оне по великим равницама, потпуно би се расплинуле и сасвим би их нестало. Овако нешто бива само у нередовним климатским приликама, где је, с оскудних атмосферских падежа, притисак речне воде јачи но притисак подземне, или где подземне воде макар привремено скоро и нема: ако ту реке нису спљуштим муљем добро заптиле своје корито, оне се расплину и управо пређу у подземну воду, као што је то нпр. случај с извесним рекама у Туркестану у Азији и на другим неким местима. Иначе у обичним приликама целокупно искуство говори нам само за горњи закључак. На многим местима грађени су бунари у непосредној близини речних вода у намери, да се тако добије при-

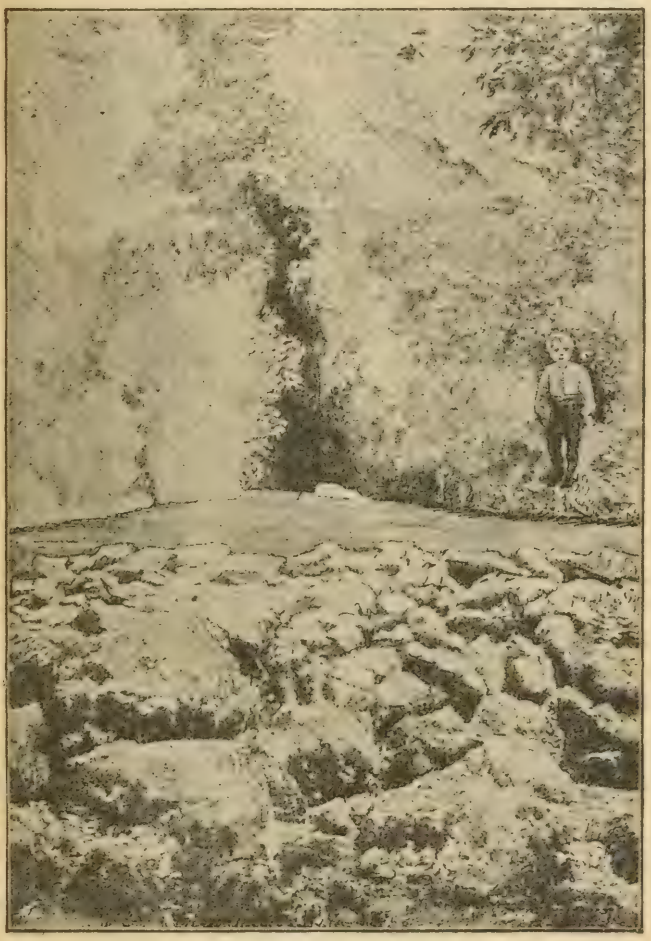
родно филтрисана (пречишћена) речна вода, али се свуда добијала само подземна вода, која се знатно разликује од филтрисане речне. Тако је нпр. у Београду сграђен један бунар на железничкој станици у близини Саве, на кад се увидело да он не даје пречишћену савску воду, која се желела, морала се после довести ова у њега подземним каналом. Тако је ту скоро београдска општина покушала бушењем на савском острву Циганлији да нађе филтрисану савску воду, па је нашла подземну воду, коју има и у Макишу.

Са истог овог узрока, што је ниво речне воде вазда нижи од нивоа подземних вода и што се ове у њих изливају, долази и то, да се ниво подземних вода управља према нивоу река. Отуда се у свима теренима у близини река опажа да вода у бунарима опада и расте према томе, да ли реке опадају или надолазе. Овако само треба овај појав разумети, а не да се бунари одржавају од речне воде, која би из река кроз земљиште чак до њих дошла, као што се то често, наравно сасвим погрешно, мисли.

Са овако одређеним хоризонтима подземне воде, чији ток можемо тачно проучити и одредити, имамо посла нарочито у правим водоспроводним теренима, и за њих поглавито вреди све ово, што је до сад речено о подземној води у опште. За воде пак, које се скупљају кроз пукотине и канапиће каменитих терена и избијају на додиру њихову

са темељем им од непробојних слојева, вреди ово само у главном или донекле. Јер у овим теренима атмосферска вода, и кад дође до непробојнога слоја, опет се ређе јавља у правим расплинутим хоризонтима подземне воде, него више избија у већим или мањим жицама. Сем тога она врло често нађе себи излаза на површину, пре но што и дође до непробојнога слоја. Овако се јављају обични планински извори по странама каменитих терена, и то на разним висинама (кад избију пре но што подземна вода дође до непробојнога слоја) или у одређеним нивоима (кад избијају дуж непробојнога слоја). Често се прслине и каналићи, којима протиче подземна вода, удружују у веће канале, или прво доводе воду до већих или мањих подземних шупљина (невидљивих пећина), из којих затим обилатије избијају. Тако постају они снажни извори што се називају врела, којих нарочито има у кречничким теренима, и који су по кашто тако јаки, да дају готове реке (Црна Река, Црница, Млава, Градац итд.), те одмах на њима раде воденице и ваљавице (сл. 12 и 13). По нека од оваквих врела и нису ништа друго но праве подземне реке, које избијају на површину земљину. У кречничким теренима има доста речица и река, које теку донекле по површини, па се онда изгубе по прслинама и каналићима у својем кориту, и ове се прслине и каналићи у току времена проширују у велике канале и пећине, кроз које ове реке подземно протичу и на врелима опет

избијају. Оваквих пећина има доста у Србији (нарочито у области Пека и Тимока); највећа од свих оваквих пећина у Србији — која је



Сл. 12. Врело Црне Реке.

у исто време и највећа од свих наших пећина у опште — јесте Велика Пећина у Дубокој, близу Кучева, дугачка са споредним ограцима око 1960 метара (сл. 14). Све овакве пећине имају по два отвора: горњи, кроз који река улази и који се зове понор (отуда се овакве реке и зову понорнице), и доњи, кроз који река излази — ово је врело.

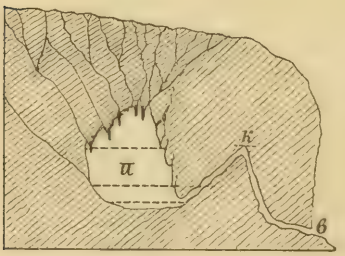
Интересан појав наступа, кад одводни канал поменутих подземних шупљина, које подземну воду прикупљају, није прав, него на лакат савијен као натега (види сл. 15): вода ће из шупљине почети да истиче тек онда, кад јој ту ниво достигне висину натегине окуке, и отицаће све дотле, док се шупљина потпуно не испразни; после овога извор ће престати да ради, све док се дотична шупљина поново водом не испуни до потребне висине. Овакви се извори зову наступни (интермитентни). Разуме се да поред натегастог одводнога канала мора бити још и та погодба, да кроз њ може више воде да отече но што у шупљину притиче, јер би иначе ниво воде у шупљини стално прелазио натегину окуку, и не би било прекида. Према величини шупљине, количини воде што притиче у њу и ширини одводнога канала радиће и наступни извори брже или спорије. Један овакав извор у граубинденској области Источне Швајцарске напуни се и испразни по један пут за 24 сата; наступни извори у Швајцарској Јури и белгијски извор Ивоар (Yvoir) раде више пута на дан; извор

Сл. 13. Врело Љига.

Идиуг у бихарском комитату у Мађарској ради сваких 10 до 15 минута у кишно, а сваких 20 до 30 минута у сушно доба итд.

Сл. 14. План Велике Пећине у Дубокој, у коју на Дубашници понире Понорска Река, па затим излази као Дубочка Река.

У ову врсту извора спадају и наше потајнице: лазничка у Хомољу и кучевска у Звижду.



Сл. 15. Наступни извор: *в* врело; *к* натегасти канал; *п* невидљива пећина у којој се скупља вода.

Прва је на један сахат далеко од села Лазнице, у брду Малој Шкљови. На десет минута изнад потока види се овде у кречној стени једна пукотина, из које вода цури и тече у поток. Ова се пукотина према унутрашњости

проширује и разилази у три канала (сл. 16), од којих је десни (д) широк 15 см., а друга два, леви (л) и средњи (с), много су ужи. Десни и леви канал у истом су нивоу, а средњи је за 30 см. виши од њих. По свој прилици сва три ова канала јесу само огранци онога натегастога канала, што одводи воду из невидљиве шупљине, кад се ова до потребне висине напуни. Докле год ово не наступи, вода из пукотине само цури, па онда од једном појури, и то прво из левог и десногa, а после једне минуте и из средњега канала, и са жубором и хуком сурвава се у поток. После 3—4 минуте престане вода тећи из горњега канала, а затим и из оба бочна. Све се ово сврши за време око 20 минута, па се после 43—44 минута (за време суша јамачно доцније) опет поновн.

Сл. 16. Избијање воде из лазничке потајнице; *д* десни, *л* леви и *с* средњи канал.

Друга је потајница на четврт сата испод Кучева у кречњичком терену, који се зове Жути Крш, и у непосредној близини друма што десном страном Пека води за Градиште. По природи својој она је заиста јединствена у својој врсти. Прво је већ и то необично, што се код ње лепо види она шупљина, у коју се прво скупља подземна вода, да затим кроз одводни канал избије као врело. Шупљина ова има потпуно карактер обичне мале окашине купастог облика и 1·5 м. дугачке, која се на десној страни продужава у сасвим те-

сан канал. На 70 м. у лево, а за 12 м. ниже, налази се близу обале Пека врело, кроз које повремено отиче вода из окапине, и које је невидљивим натегастим каналом испод друма спојено са окапином. Кад вода у окапини достигне потребну висину, одмах почне спласшьавати, и одмах затим почне цурити вода из доњега наступнога врела, које је дотле мировало. Спласшьаваше око 5 минута мирно иде, па се од једном зачује кратко подземно клокотање, и вода у окапини узме брже одсецати. После неких 2 минута јавља се друго, опет кратко, клокотање; вода све јаче одсеца, и онда се, после других 2 минута, јавља треће, потмуло и најјаче, клокотање, које траје читав 1·5 минут. За ово време испразни се скоро сва окапина, сем мало воде која увек остаје. Од тренутка кад отпочне спласшьаваше воде, па док се не сврши последње клокотање, протече мало више од 10 минута, а после овога времена избија вода из доњега врела још 6 минута. Сви се дакле појави сврше за мало јаче од 16 минута. После наступи мир, док се окапина опет не напуни до потребне висине. Ово пак траје дуже или краће према времену, тј. да ли у оните има више или мање подземне воде, да кроз пукотине притече у њу. Лети нпр. треба и по 3·5 сата, а у августу по који пут потајница и не ради — кад су тако велике суше, да се у окапини не може да накупи воде до потребне висине. Обратно, дешава се по који пут у пролеће да у окапину непрестано толико воде притиче,

колико кроз одводни јој канал отиче; потајница тада непрестано ради: непрестано се чује подземно клокотање и непрестано избија вода из доњега врела. Кад потајница нормално ради — прекидајући се по сат, два — пада одмах у очи, да је количина воде, што избије из доњега врела, редовно 3—4 пута већа од оне, која се претходно у окапини скупи. Ово се не може друкчије објаснити до тако, да сем видљиве окапине мора бити још која невидљива шупљина, у коју се такође скупља подземна вода, и која је у вези са окапином. На ово нас натерује и то, што се приликом одлажења воде из окапине ваздa чују и јасно разазнају по три одвојена и различита клокотања — појав, који такође није познат ни код којега другога наступног извора. Да би се, дакле, сви појави код ове потајнице објаснили, морају се сем видљиве окапине претпоставити још две невидљиве шупљине и још један натегасти канал, и то тако да је окапина са првом невидљивом шупљином у вези помоћу првога натегастога канала, а ова с другом помоћу другога натегастога канала; из ове шупљине иде даље обичан одводни канал ка доњем врелу. Као год у окапину, тако и у обе невидљиве шупљине притиче подземна вода, и то толико, да се у тренутку, кад из окапине почне излазити вода, отвори натегастих канала налазе већ потопљени у води и услед тога се ваздух из првога натегастога канала протерује кроз сакупљену воду у првој невидљивој шупљини — отуда прво клокотање.

На слични начин бива даље: кад се извесна количина воде из окапине излије у прву шупљину и кад таман вода у њој дође до потребне висине, онда почне улазити у други пategасти канал и истеривати ваздух из њега кроз сакупљену воду у другој невидљивој шупљини — јавља се друго подземно клокотање. Чим се испразни окапина, одмах почне улазити ваздух у први пategасти канал, а наскоро ово исто бива и у другом пategастом каналу, те тако постаје треће, најјаче и најдуже клокотање. Све се ово може врло лепо и експериментом (огледом) показати, те је отуда и сасвим вероватно.

Поред оваквих наступних извора с правилним периодским отицањем има и таквих, код којих је отицање истина периодско, али неправилно и управо повремено. Тако, неки подземни канали имају по где где на таваницама отворе, који су у обичним приликама сува, а проради као извори само онда, кад после обилатих киша кроз канале јурне толико воде, да се загуши, па избија на све пролазе које нађе. Исто тако има извора у близини мора, који проради тек кад се после велике плиме издигне до њих ниво подземне воде, па после одсеке одмах пресуше. Затим има извора, који се одржавају отапањем глечера (ледника) и снегова; они раде или само дању а ноћу не, или само преко лета.

У ову врсту долазе и **повремене подземне реке**; оне избијају из пећина, које су у горњем крају затворене, и које добијају

воду или из унутрашњих врела или од издани водене, и то поглавито за време великих јесењих киша и у пролеће, кад се снег отапа. Најчувенија оваква пећина у Србији јесте Раваничка Пећина (код манастира Раванице), чија укупна дужина износи 850 метара, а има их сем ње још неколико.

На послетку, макар да строго узевши не спадају овамо, опет зато што су врло интересне, поменућемо још и тако зване морске воденице, које се налазе у приморјима и постају тиме, што морска вода за време плиме и буре јурне кроз пукотине у степовитој обали, па избија из њих негде на копну.

Подземне воде и њихови извори како у правим водоспроводним тако и у пукотинама раздробљеним каменитим теренима могу се у опште налазити или врло плитко испод површине земљишта, или у мањој или већој дубини. Отуда има извора, који се зими редовно мрзну; има их затим, којима се температура мења према времену, те су лети топлији а зими хладнији, али се не мрзну; и има их, најзад, са сталном годишњом температуром. Ови последњи са сталном годишњом температуром могу бити у овом погледу двојаки: или им се температура подудара са средњом годишњом температуром онога места где избијају, или је виша од ове. Ово стоји до тога, из које дубине долазе извори. Најгорњи делови земљине површине показују исту несталност у температури као и окони ваздух:

лети су топли, зими хладни. Спуштамо ли се пак у дубину, то ћемо најпосле доћи на такво једно место, где температура из године у годину остаје иста; у тропима, где се годишња времена врло мало по температури разликују, долази се у оваква места одмах на неколико стопа испод површине, и у колико год је на неком месту већа разлика између лета и зиме, у толико се дубље мора ићи у земљу, док се дође до таквога слоја њена, који вазда показује исту температуру. У подруму париске звездарнице, 26·5 метара испод површине земљишта, обесио је још 1783 године чувени француски хемичар Лавоазије један термометар (справу за мерење температуре), и ево већ преко сто година показује он непрестано скоро сасвим исту температуру 11·6° Ц. Заћемо ли још дубље у земљу, и посматрамо ли како се мења температура у разним рудницима, при копању тунела, бушењу артеских бунара итд., то ћемо се увек уверити, да и температура бива већа, што год је већа дубина. Истина ово на разним местима бива разно, али се пак просечно узима, да температура, почевши од дубине где се подудара са просечном годишњом температуром дотичнога места на на ниже, од прилике за сваких 30—40 метара расте за 1° Ц. Од тога, дакле, из које дубине избијају извори, долази и њихова температура. Ако избијају испод дубине средње годишње температуре, биће и њихова температура променљива; избијају ли из ове дубине, онда ће и њихова температура

у главном бити једнака са средњом годишњом; ако ли избијају из још већих дубина, онда ће им температура бити још већа. Сваки извор, чија температура воде прелази средњу годишњу температуру дотичнога места, називају геолози већ термом; лекари и техничари разликују прво млаке изворе, па онда тек праве терме.

Остављајући да терме доцније, у вези с минералним изворима, разгледамо опширније, проговорићемо овде још коју о изворима, којима се температура подудара са просечном годишњом температуром. У разним земљама разне су и просечне годишње температуре и разне су дубине у земљи, где се овакве температуре стално одржавају. Отуда ће и извори са оваквом температуром у разним земљама бити у опште топлији или хладнији и долазити из мање или веће дубине. Исто тако и овакви извори у разним областима једне исте земље биће веће или мање температуре, према томе да ли се налазе у равницама или у нижим или вишим планинским областима. Средња температура извора у подножју кречњачких маса у Хомољу, у области Мајданпека и у подгорини Стола износи 9° Ц., међу тим на висини много је нижа (на Лужничком Столу 6°, у Бељаници 5°). Извори у подгорини Ртња имају средњу температуру 10·1°, а на висини 9·7°. Средња температура извора у подгорини Старе Планине јесте 10·8°, у средњим регионима 6·4°, а у највишим испод 5° (Окопско Врело и Три Кладенца на западној страни

Мицора 4·5°, Штављанско Врело 4·6°; од њих је још хладније Врело под Батом између Вражје Главе и Иванковице, чија вода има температуру 4° Ц. Слично је и у другим нашим планинским областима, само што оне нису у овом погледу још довољно проучене.

Овде је згодно да проговоримо две три речи и о томе, како се подземна вода у нарочитим приликама, кад кроз пукотине и канальиће дође до какве подземне шупљине особитог облика, претвара у лед, и тако се или стално или већи део лета одржава. Пећине и подземне шупљине, у којима ово бива, називају се леденице, и код њих је главно то, да им је отвор ваздавши од свих осталих делова. Услед тога зими хладан и тежак ваздух споља улази кроз отвор и пада на дно леденице, те се тако замрзне и подземна вода, која с тавана пећине кроз пукотине прокапљује или с бокова придолази. Лети топал и лак спољни ваздух врло тешко и споро улази у пећину, јер је ова пуна много тежега, хладнога, те се с тога у многим оваквим леденицама редовно одржава лед, који се преко зиме сагради, и оне се скоро испуне њима. Овакве леденице називају се сталне, за разлику од привремених, у којима се лед за време јаких врућина сасвим истопи. Леденица има у Европи на Уралу, Кавказу, Криму, Карпатима и у Алпима. У Србији их је познато досад једанаест, и све су у источном крају. Најчувенија је леденица на Ртњу (сл. 17), која се редовно издаје под закуп

као права леденица, а највише их има на планини Кучају.

Друкчије су од ових леденица оне подземне шупљине, које имају по два отвора

Сл. 17. Леденица на Ртњу; црно представља лед, а ситне тачкице снег.

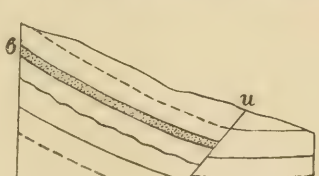
на површини и то у неједнакој висини, и кроз које стално јури јака промаја. Оне су познате под именом ветренице или ветрње јаме, и по неке садрже такође леда, те их управо с тога овде и помињемо.

III.

Подземна вода између два косо положена непробојна слоја. — Дубински извори. — Артески бунари. — Кратка историја њихова. — Сахара као најлепши пример за обилност артеске воде. — Погодбе за постанак артеске воде. — Париска котлина као пример за ово. — Геолошке прилике артеских бунара у појединостима су разнолике. — Разноликост артеских вода по дубини и температури.

Видели смо како подземна вода у водоспроводном терену иде све даље у дубину падом доњега непробојнога слоја, кад је овај косо положен. Нарочите прилике настају овде, ако се и изнад пробојнога слоја налази такође непробојан слој. У овом случају, дакле, имамо да водимо рачуна о три слоја, чији се изданци на површини терена један за другим ређају, тонући затим заједно косо у дубину, и то имамо прво један (доњи) непробојан слој, на којем лежи пробојан, а преко овога долази други (горњи) непробојан слој. Скупљајући изданком својим атмосферску воду што падне на њ, пробојни слој спроводи подземну воду

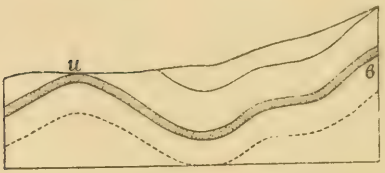
на ниже падом доњега непробојнога слоја, али се при том површина подземне воде, ма да је коса, не може даље хоризонтално расплинути, но само до горњега непробојнога слоја, јер овај не да јој даље пролаза. Подземна вода у овом случају може, дакле, ићи само на ниже између горњега и доњега непробојнога слоја. Она се овде налази као у некоме пљоснатоме а косо положеноме суду. Замислимо један овакав косо положени суд пун воде, и замислимо да га негде око средине пробушимо малом рупицом, онда ће вода из суда кроз ову рупицу а под бочним притиском воде у суду што је изнад рупице куљати у висину, исто онако као што на водоскоцима шиба у висину, кад се цевима доведе из каквога више положенога резервоара. Оваквих дубинских извора има на врло много места. Водоспроводним слојем, који се налази између два непробојна слоја (сл. 18), или кроз пукотине стеновитих слојева, које се идући на ниже све више удружују у заједничке канале (сл. 19), спроводи се вода у дубину. На местима, на којима је нарочитим приликама отворена одушка оваквој води (нпр. каквом пукотином терена, која дотле силази), а која су ниска по што је изданак слоја (или каналић), који упија и спроводи воду у



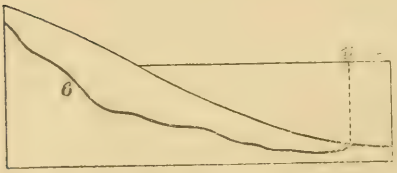
Сл. 18. Дубински извор из водоспроводнога слоја и пукотине; *в* водоспроводни слој; *и* извор на пукотини.

дубину, избија услед бочнога притиска воде дубински извор подземне воде. Сем овога могу дубински извори постати и на тај начин, што је водоспроводни слој убран, па му једна бора, која је нижа од осталих, случајно избија на површину земљишта (сл. 20). Најзад има дубинских извора, који избијају на дну дубоких река, језера и мора (сл. 21) и ту се разазнају или по температури или што им је вода друкчија, а каштo искачу у млазу изнад површине речне односно језерске или морске воде као водоскок. Такав је нпр. врло леп извор који као водоскок искаче

Сл. 19. Дубински извор из преклина каменитих слојева и пукотине; *б* водоспроводни канал; *и* извор на пукотини.



Сл. 20. Дубински извор из водоспроводнога слоја без пукотине; *б* водоспроводни слој; *и* извор.

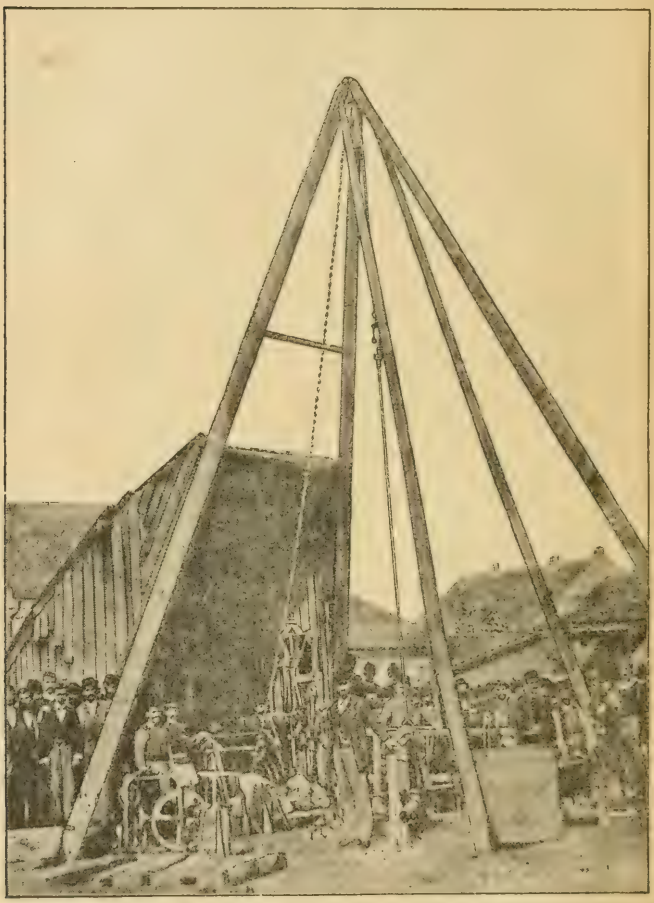


Сл. 21. Дубински извор у мору или наносноме терену, који избија из дна као подземни извор; *б* водоспроводни слој (или канал); *и* извор.

из морске воде у Заливу Специјанском (између Ђенове и Ливорна) у горњој Италији. Слични су овоме и дубински подземни извори, који избијају у планинским теренима из старијих терена, који им се налазе у темељу.

На сасвим истој основи стоје и тако звани артески бунари, који нису ништа друго но вештачки дубински извори. Погодбе су исте, само што одушку подземне воде није природа створила, него је људи бушењем земљишта сагради. Главна је ствар у томе, да се бушењем испод каквога непробојнога слоја уђе у какав слој песка или шљунка, у којем се вода налази под толиким притиском, да може сама од себе да куља на површину терена (сл. 22). Овакве су бунаре давно и давно већ градили Мисирци, а исто тако и у Кинеји су они од памтивека у употреби (један начин бушења зове се и сада у техници „кинеска метода“). У Европи су овакви бунари почети да се граде тек у првој половини XII века, и то прво у Француској, у провинцији артоаској (Artois), те се с тога и називају артески. Све до половине овога века артески су бунари — једно са несавршености справа за бушење, а друго услед скупоће — били непрестано доста велика реткост, тако да је нпр. и повољан резултат бушења у Гренелу код Париза 1842 године још био врло сензациони глас. Од тога доба пак па до данас начињено је толико артеских бунара, да они сад спадају у сасвим обична техничка предузећа.

Нема земље на свету, у којој су се тако стекле природне погодбе за артеске бунаре,



Сл. 22. Тренутак кад се у Смедереву бушењем из дубине од 317 метара добила артеска вода, и кад је она почела кључати кроз савијену цев.

као што је то у огромној северноафричкој пустињи Сахари. Заиста, чудне крајности додирују се овде: на врло много места, и то често у незнатној дубини, налази се артеска вода у тако рећи неисцрпној количини, а над њом, на усијаној и сасвим опустелој површини са оскудице у води жалосно мртвило! Кад би само један део ове воде продирао до површине, намах би се велики део пустиње прекрилио бујном и фантастичном вегетацијом — претворио скоро у рај. За ове нам најбоље говоре она, и ако бројем мална, али караванима тако благосиљана места, где је артеска вода сама избила на површину — оазе. Стари су Мисирци разумели ово, па су градили артеске бунаре, вадама разводили воду на све стране, натапали и обрађивали земљу, стварали колоније и дизали грађевине. Ето одгонетке на загонетку: како је њихова култура могла цветати и онде, где је данас све завејано живим песком и пусто! У новије доба слично овоме раде Французи у Алжиру: градећи артеске бунаре, освајају он стопу по стопу пустиње, и претварају је у изврсну културну земљу!

Чувени немачки геолог Цителл, који је проучавао Либијску Пустињу, пише о једној оази њеној ово: „Само у околини Каср-Дахела кључају из дубине 30—40 спажних извора, а може их се саградити још колико се хоће. Старији извори избили су неки сами по себи кроз пукотине једнога кречнога лапорца, а неки су можда и сграђени, али тако давно,

да су се о томе сасвим изгубиле традиције у становника оазе. Новији артески бунари граде се на тај начин, да се прво са неисказаном муком једино ручним радом у каменитом кречном лапорцу ископа обичан бунар, који се обложи за две стопе у квадрату багремовим талпама, па се онда пробије последњи бели слој пешчара. Ово пак није без опасности, јер вода јурне с таком силом, да радници имају муке док се спасу. Бунар се брзо напуни до врха, и почне непрестано отицати у већ спремљене јаруге и ваде на све стране. Кратко време па се жалосна и бедна пустара претвара као каквом чаробном силом у свеже, зелене вртове! Могло би се помислити, да ће се са грађењем новијих бунара умањити количина воде у обликиим, али се то до сада још никако није приметило. Подземни резервоар заиста изгледа да је неисцрпан. Ми смо имали прилике да видимо благотворно дејство једнога таквога бунара, који је шест месеца пре тога сграђен. Преко пусте и за читаву шаку живим песком покривене равнице одведоше нас до једнога оближега брдашца, на којем је вода из сграђенога артескога бунара снажно кључала и падинама кроз читаву мрежу од канала отицала. Свуда докле се и најтањи млаз воде кроз канале не изгуби у песку, претворена је пустиња у дивну њиву, на којој је бујало жито, а свуд редом весело су расле младе урме и ђикали су багремови, тако да ће за кратко време цело земљиште бити у дивној палмовој хладовини.“

„Скоро с поузданошћу може се предсказати лепша будућност оазама, ако само буде и даље тако да се број артеских бунара може повећавати без штетног утицаја на притицај воде, и ако се свет научи да их згодније, а не тако тешко и дангубно израђује, нпр. бушењем. Онда би и земљиште оазе Дахел, која броји сада 17.000 душа, могло исхранити и десет пута веће становништво. Ово не треба тек да се докаже; оне многобројне развалине старомисирских села у оазама Харге и Дахел, они огромни, од крупних пешчарских коцака сграђени храмови са дивно очуваним хјероглифима усред пустиње, они ороњени и затрпани артески бунари, који се још овде онде распознају по закржљалим и пола осушеним дрветима, многобројни већ иструлели суви пањеви усред живим песком завејаних поља, чије се парцелисање још и сад гдешто може распознати: све то говори јасније него сви писмени подаци о негдашњем блеску и сјају оаза под старомисирским краљевима, а и о томе да оне нису пропале услед каквих климатских промена, него од пустошне руке човечје.“

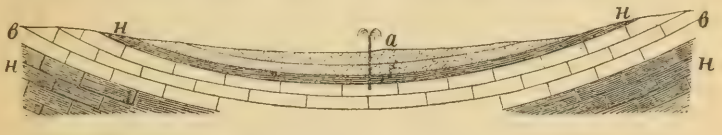
Ова обилност артеске воде испод површине пустиње Сахаре долази од нарочитога геолошкога састава њена. Скоро преко целе Сахаре испод горњих слојева кречњака, лапораца и глиновитих пешчара налазе се водоспроводни слојеви, који леже на непробојним слојевима. Сви се ови слојеви на јужној страни наслањају на суданску висораван, па

одавде с благим падом тону поступно ка Средоземном Мору. За време обилатих тропских киша у Судану упијају ови водоспроводни слојеви грдну количину воде, па је затим спроводе у већој или мањој дубини испод Сахаре.

Свуда, дакле, где је такав геолошки састав земљишта, да се један водоспроводни слој налази између два непробојна слоја, да су ови слојеви косо положени, и да у водоспроводни слој може да уђе атмосферска вода, има прилика да се добије артеска вода. Овакве су погодбе најбоље испуњене у теренима, који имају тако звани коритасти склоп, тј. да сви слојеви, један на другом наслагани, са свих страна тону ка једном заједничком средишту или средишној линији и ту се састављају. Овакав склоп имају понајвише терени, који су се донашањем речнога шљунка, песка и муља створили по котлинама језера и морских залива, онда кад су ови некада још били ту, па после секли на другу страну, оставивши суву земљу. Ако у оваквим теренима има између два непробојна слоја какав пробојни, онда ће овај са свих страна своју подземну воду спроводити ка средишту или средишној линији, те ће она ту стајати под толиким притиском, да избија на површину (види сл. 23), кад јој се начини одушка.

Онде где се данас поносно шири Париз била је некад за дуго време велика морска котлина, која је обухватала чак и земљиште иза Лондона. Да је ова котлина некад била

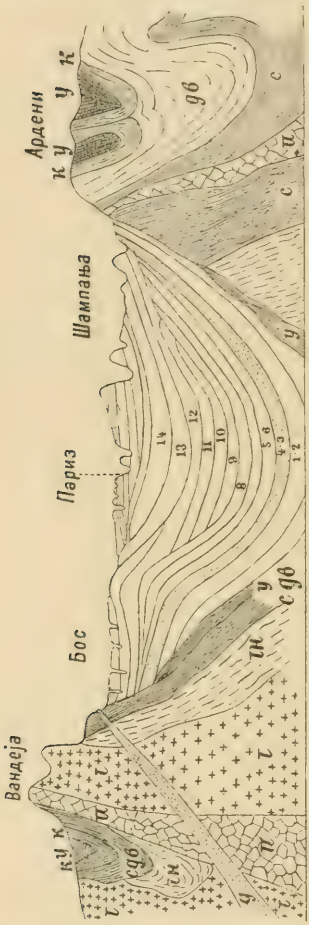
испуњена морем, најбољи су нам докази они разни талози његови, од којих су се створили разнолики слојеви, и они разноврсни остаци од морских шкољака, пужева, риба итд., који се налазе у њима. Еле, док је море било у овој котлини, стварали су се разни слојеви по дну његову и таложили један врх другога, па се после море све више повлачило и одржало само у садашњем рукавцу између Енглеске и Француске, познатом под именом



Сл. 23. *н н* непробојни слојеви; *в в* водоспроводни слој; *а* артески бунар.

Ла Манш. Кад се, почевши од средине овога терена, пође ма на коју страну, види се лепо (сл. 24) како поступно испод горњих слојева избијају изданци све нижих и нижих. Како су ови изданци сасвим косо заравњени, то и долази, да је у толико и изданак на површини шири, у колико је који слој дебљи. На дну свих слојева налази се дебео ред слојева од зеленкастога песка, који као засебан кат изданком својим заузима на површини ширину по неколико километара; он се наслања на огранке планине Јуре, Вогеза и Ардена, па онда поступно тоне у дубину ка Паризу. Сва атмосферска вода, коју овај кат слојева од зеленога песка уиије поменутим изданцима својим, мора дакле одилазити у ду-

бину ка средишту котлине, и овде се мора налазити под великим притиском, који свакако мора бити довољан да истера подземну воду на површину Париза, кад је ова знатно нижа од места, где улази вода у водоспроводне слојеве. Ово су увидели чувени париски научници физичар Араго и геолог Ели де Бомон, те је настојавањем њиховим и отпочето бушење чувеног артеског бунара у Гренелу. И заиста, кад се, 1842 године, испод свих горњих слојева, у дубини од 548 метара, ударило бу-



Сл. 24. Коритасти склон области око Париза (у пресеку); најстарије громадне стене: *г* гранит; *и* порфир; *д* диорит; *гн* гнајс (исконске слојевите стене); слојевите стене старога доба: *с* формација силурска; *дв* формација девонска; *к* доњи, *у* горњи део формације угља (карбонске); *1—14* слојевите стене, створене у париској котлини за време средњега и почетка новога доба; *3—4* зеленкасти песак с артеском водом.

шењем на зелени песак, избила је из њега вода у обилној количини од 3,200.000 литара за 24 сата.

Сличних терена у мањем или већем пространству има на врло много места. Да напоменемо само велику мађарску равницу, која се стварала поглавито у негдашњем пространоме Панонскоме Мору, које је захватало и знатне крајеве Србије, па одавде увлачило у разним правцима, нарочито уз Мораву, веће или мање заливе своје.

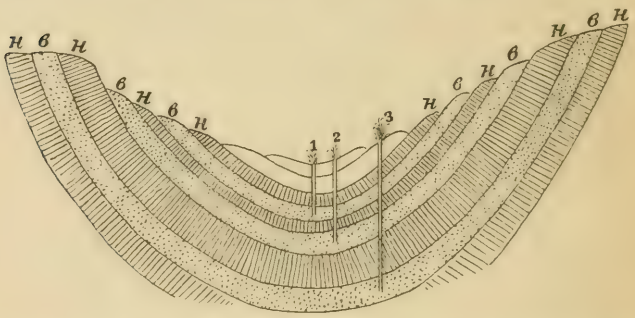
У појединостима су геолошке прилике артеских бунара врло разнолике. Каткад терен има коритасти склоп или у опште има између непробојних слојева и пробојне, који су укупно косо положени, али су изданци водоспроводних слојева прекривени глиновитим, па не може у њих ни да уђе атмосферска вода; и они онда немају не само артеску но никакву подземну воду. Такав је нпр. случај с тереном Мисачом, североисточно од варошице Аранђеловца, који је састављен од наизменично поређених слојева уме, угља и песка, и који има потпуно коритаст склоп: у њему је ради трагања угљенога слоја до темеља његова избушено преко 30 рупа, и нигде нема артеске воде. Даље може бити да у водоспроводни слој улази само мало атмосферске воде, тако да он није њоме засићен, те се с тога и његова подземна вода не налази под притиском, и у оваквом терену не може наравно бити артескога бунара. Слично нешто биће, ако је место, где се буши артески бунар,

на већој висини но што су изданци водоспроводнога слоја, који уноји артеску воду; у том случају подземна вода, и кад се бушењем нађе на њу, не може да избије на површину земљишта, него се мора пумпама црпкама извлачити. Кад се пак направи артески бунар приближно на истој висини са поменутим изданцима водоспроводнога слоја, онда може да наступи и тај случај, да бунар у почетку даје доста воде, али да доцније, кад се непрестаним отицањем смањи ниво у водоспроводном слоју, даје много мање или чак и незнатну количину воде, тј. само по онолико, за колико се ње у водоспроводном слоју накупи изнад потребнога нивоа за бочни притисак. Такав је случај био са првим артеским бунаром на железничкој станици у Младеновцу: из дубине од 126·5 метара кулала је лепа, бистра вода, млазем као рука дебелим, да је милина било гледати, и давала је кроз отвор од 60 мм. без мало 3 литра за секунду (240.000 литара за 24 сата), па је после десетак дана спала само на 150 грама за секунду (18 пута мање), и ту се одржала. Може, затим, бити да се идући у извесном правцу водоспроводни слој по природи својој измени, и да баш на ономе месту, где се буши артески бунар, није више од чистога песка или шљунка, него мање или више глиновит, те не може више лако ни да спроводи подземну воду као на другим местима; отуда артески бунар на једном месту може давати врло мало воде, док други, у истом терену и из истога

водоспроводнога слоја, даје обилно. Такав је случај у Смедереву; на источном крају вароши даје један артески бунар око 2 литра воде за секунду, артески бунар на „Малом Пијацу“ у средини вароши даје из истога слоја само око 0·5 литра, а бушењем код болнице увидело се да је овај слој толико глиновит, да једва цури вода из њега, те се морала тражити друга вода у још већој дубини. Најзад се дешава, да у извесном терену, у којем има артеске воде, бушење артескога бунара испадне ипак неповољно, кад је терен дубоким пукотинама раздељен у више делова, и кад се погоди баш на део, који се снизио, па му подземна вода изгубила везу с осталом, те не стоји под потребним притиском.

У многим теренима коритастога склопа има више слојева песка или шљунка и уме напизменично поређаних један врх другога. Ако су прилике такве, да у све изданке песковитих и шљунковитих слојева може да улази атмосферска вода, онда ћемо у једном истоме терену имати по неколико хоризоната артеске воде, један испод другога (сл. 25). Како је махом случај да су нижи хоризонти све већи по обиму, а њихови изданци, који упијају атмосферску воду, све виши по положају, то се и подземна вода у њима налази под све већим притиском, па отуда ће и артески бунар на једном истоме месту давати у главном све више воде, што сиђе до дубљега хоризонта. Овакав је случај код нас нпр. у околини Младеновца, где има у главном четири хоризонта

артеске воде један испод другога, а местимице и више (кад је дотични водоспроводни слој сочивастим умецима гушће издвојен у катове). Вода из првога хоризонта, који је, према местима, у дубини од 75—90 метара, ослаби одмах, а и иначе врло слабо отиче; из другога хоризонта, који је око 35 метара дубљи од првога, отицала је у почетку обилато, а сад слабо (такав је случај био с поменутим бунаром на железничкој станици); трећи је хоризонат још



Сл. 25. *н н* непробојни слојеви; *в в* водоспроводни слојеви; *1* прва, *2* друга, *3* трећа артеска вода.

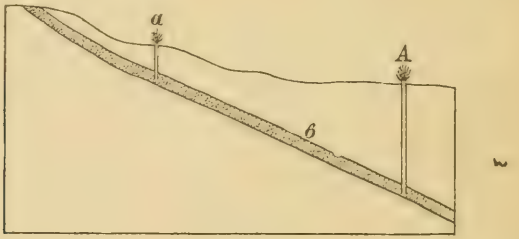
за 40 метара дубљи, и из њега, има скоро две године, отиче кроз артеске бунаре стална количина воде (један је бунар у атару села Рајковца, а други је нови бунар на младеновачкој станици; из обадва отиче кроз отвор од 60 мм. по мало мање од 2 литра воде у секунди, или по 160000 литара за 24 сата); четврти је хоризонат око 15 метара дубљи од трећега, и из њега куља вода још јаче (из овога је хоризонта артески бунар у Кораћици, који,

има више од две године, кроз отвор од 50 мм. даје око 2 литара за секунду или око 175.000 за 24 сата). У Смедереву су такође досадашњим бушењем констатована четири хоризонта артеске воде, од којих први даје врло мало воде, а из другога избијају поменути бунари; трећи хоризонат даје опет мало воде (јер је ту песак врло глиновит), а из четвртога хоризонта кућа код болнице (из дубине 283 м.) и пред начелством (дубина 317 м.) кроз цев од 60 мм. ширине по $3^1/_3$ литра за секунду (скоро 190.000 литара за 24 сата). У Неготину пак бушено је до 220 метара дубине, и ударило се само на један хоризонат, који даје слаб али већ неколико година постојани млаз воде.

Као што се из свега овога види, питање о артеским бунарима може се поуздано решити тек на основу тачнога познавања геолошкога састава терена. Међутим често су прилике тако заплетене, да и најискуснији стручњак само има разлога да се нада артеској води, али више питта није у стању изближе одредити. Напослетку по који пут се бушење артеских бунара мора сасвим на срећу предузети, па како испадне.

Артеске подземне воде има у разним теренима, где год су се стекле прилике, које смо напоменули. Отуда има и сграђених артеских бунара како у „каменитим“ (од каменитих слојева) тако и у „меким“ (од уме и песка састављеним) теренима; међутим у овим последњим има их више, и то не само што

се лакше израђују и јефтиније стају, него и што се чешће са поменутим погодбама налазе. Исто тако има артеских бунара и врло дубоких и сразмерно веома плитких, и ово важи како за разне терене, тако и за разна места једног истога терена. За ово нам је најлепши пример Неготин: у варошки избушени артески бунар даје воду из дубине од 210 метара, а на 3 км. западно, на месту званом Бадњево, налази се овај исти хоризонат артеске воде у дубини од 20 метара. Ово последње долази од косога положаја водоспроводнога слоја (види сл. 26), а оно прво од тога што је у оните подземна вода негде дубља негде плића.



Сл. 26. *в* водоспроводни слој; *А* дубљи артески бунар у равници; *а* плићи артески бунар на брду.

Према објашњењу артеских бунара очекивало би се, да вода из њих шиба као водоскок у висину, и то до оне висине, на којој се налази ниво подземне воде у дотичним водоспроводним слојевима. Али ово не бива у свему овако. Услед трења о бокове цеви, којима су бунари обложени, и великога отпора

ваздуха, вода из артеских бунара, чим дође до краја цеви, одмах прелива, или, ако је под веома великим притиском, тера у висину, али само за један део оне висине, до које би се иначе попела, да нема трења и отпора ваздуха. Кад се пак вода спроведе у настављене цеви, она ће се испети приближно до оне висине, која јој према притиску одговара. Ова је висина, дакле, крајња граница, докле се притисак простире, тј. он дејствује до ове висине, а ту се најзад сасвим губи, и како ту и нема више притиска, дакле онога што гони подземну воду да избија, то са ове висине из артескога бунара неће она ни отицати. Што год се пак сагради отвор артескога бунара ниже од ове висине, све ће више воде давати, и обратно. Поменути артески бунар у Гренелу давао је у почетку, кад му је отвор био одмах над површином земљишта, 3,200.000 литара воде за 24 сата, а доцније, кад му је отвор остављен за неких 35 метара више, само 1,100.000 литара. Бунар у Пасију давао је из отвора над површином 20,000.000 литара за 24 сата, а кад му је отвор дигнут за мало више од 23·5 метра, 6,192.000 литара итд. Исто тако разумљиво је, да и воде излази више, што је бунар или отвор на њему шири, јер има више места да прође. Ово се пак не може терати у крајност, јер знатно отицање артеске воде спази и ниво подземне воде у водоспроводноме слоју, отуда се у овој умањи притикак, а отуда одмах и артески бунар почне малаксавати. Са истих

разлога, кад се у истом терену сагради у близини више бунара, они се ослабе. Тако је поменути бунар у Гренелу одмах ослабио, чим се 1861 године сагради бунар у Пасију, а оба су затим ослабила, кад је 1872 године избушен бунар у једној оближњој фабрици.

Како артески бунари махом дају воду из дубина, које су испод дубине средње годишње температуре, то је и њихова вода махом топлија од обичне изворске и бунарске воде. Гренелски је бунар, као што је већ напоменуто, дубок 548 метара, а температура је његове воде 28°Ц. Ово се лепо слаже с искуством, да почевши од дубине средње годишње температуре (око 28 м.) па на ниже приближно на сваких 30 метара расте температура за 1°Ц. Има пак бунара, који су исте дубине или и плићи а дају топлију воду. Ово долази отуда, што и повећавање температуре на разним местима и у разним теренима бива на разне начине. Већина пак бунара није овако дубока, те су и њихове воде много хладније, а има и сразмерно доста плитких бунара, чија се вода не разликује по температури од обичне бунарске или је мало нешто већа. Сасвим је дакле неоправдано мишљење, као да све артеске воде без разлике морају бити млаке. Тако нпр., да не идемо даље, у Сенти има много артеских бунара махом око 50 метара дубине (а има и од 37 метара дубине) с водом од 14°Ц; један пак бунар дубок је 148 метара, и даје воду од 15°Ц., а један, испод 200 метара дубине, воду од 22°Ц. У Новом Саду има два

артеска бунара; један је дубок 110·5 метара с водом од 17°Ц., а други је знатно плићи и са још хладнијом водом. Између Дунава и Тисе има у разним местима врло много артеских бунара, од којих неки дају млаку воду, али има многих и с хладном. У Сегедину има бунара од 105, 123, 140, 200, 219, 253 итд. метара дубине, који дају воду од 14, односно 14·5, 16, 17, 18, 21° Ц. Интересни су бунари у Јас-Ладању и Севенхази; први је дубок 314 метара с водом од 13¾° Ц., а други 336 метара с водом од 18° Ц. Најстарији артески бунар у Пешти, дубок 150 метара, даје воду од 13·4° Ц. Чувен је, најзад, Вршац са својих плитких бунара, који дају хладну воду. Код нас су досад грађени артески бунари само у Неготину, у околини Младеновца и у Смедереву. Оба ова последња терена јако су угљенита, а науком је доказано, да су терени у опште све топлији, што су угљенитији. С тога су артеске воде овде топлије, но што би се очекивало и желело. У околини Младеновца прва артеска је вода у дубини око 90 метара с температуром око 18° Ц., друга у дубини око 125 метара с температуром око 22°, трећа у дубини око 160 метара с температуром 24 до 25° Ц., а четврта — последња — у дубини близу 200 метара с температуром око 27° Ц. Шта више у атару села Кораћице овако млака вода налази се већ у дубини од 150—180 метара. У Смедереву су артеске воде скоро исте температуре, само долазе из веће дубине. Најдубљи

бунар у Смедереву (пред начелством) даје воду из дубине од 317 метара са температуром од 27·5° Ц.; остали су већином плићи и с хладнијом водом. У Неготину је пак артески бунар дубок преко 200 метара, а вода му је само мало веће температуре од обичне бунарске.

IV.

Хемијски елементи и хемијска једињења. — Састав воде и њене особине. — Састав атмосфере. — Које састојке атмосферине и колико прима атмосферска вода у себе? — Киселине, базе, соли и њихови називи. — Састав земљине коре. — Које саставне делове њене и колико прима подземна вода у себе? — Прилике које ово мењају. — Бигар. — Суве пећине; сталактити и сталагмити. — Шта бива у даљем току подземне воде с растворењим минералним материјама? — Природно пречишћавање (филтрисање) подземне воде. — Хемијски састав обичне подземне воде. — Овај се састав мења. — Каквоћа обичне добре, здраве, воде. — Кварење подземне воде у насељеним местима. — Начин, на који се ово врши. — По чему се познаје покварена подземна вода? — Оцењивање воде, да ли је добра или није.

Растављајући тела на њихове састојке и састављајући их, показује нам Хемија из каквих се материја тела у опште састоје, под каквим се погодбама и уз какве појаве ове материје удружују — једине — те стварају та тела, и како се ова тела најзад у природи распадају на те своје саставне делове и мењају. Неки

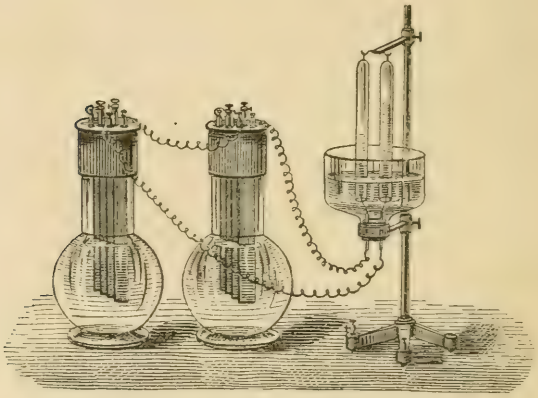
од ових саставних делова могу се на разне начине још и даље разлагати у простије састојке, али се при сваком оваком раду добију најзад такве материје, које се нису могле до сада никојим начином даље разложити. Оваквe материје, које се не могу даље разлагати, зову се праматерије или елементи. Досад је познато некаквих седамдесет оваквих елемената; има их и гасовитих (парних), и течних, и чврстих. Они се деле на две класе, на метале и неметале, а свака од ових класа дели се даље на фамилије. Тако нпр. имамо фамилију бакрову (бакар, жива, сребро, злато), фамилију гвожђеву (гвожђе, кобалт, никал, хром, манган), фамилију алкалну (литије, натрије, калије, рубидије, цезије), фамилију земноалкалну (калције, стронције, барије, магнезије), фамилију халогенску (хлор, бром, јод, флуор) итд. Има тела која су састављена само од по једног елемента (сумпор, графит, дијаманат, злато, сребро, жива, бакар, гвожђе итд.), али је већина постала од разноврсног међусобног једињења њихова. Неки се елементи одмах сједињавају, чим се заједно нађу, дајући материју која се по својим особинама сасвим разликује од њих, а други то чине тек под извесним погодбама (уз припомоћ светлости, топлоте, електрике итд.).

И за воду се врло дуго држало, да је такође једна праматерија, елеменат. У овом је смислу она играла врло важну улогу, почевши од природњачких гледишта старих философа па све до при крају прошлога века. Први, који

је показао, да вода није елемепат, него такође једно хемијско једињење, био је енглески природњак Кевендиш (1781 године), а доцније је (1783 године) француски хемичар Лавоазије показао и процентну количину појединих састојака њених.

Од каквих се елемената састоји вода најбоље можемо дознати, кад је раставимо на састојке њене. Ово ћемо најлакше постићи, кад проведемо кроз њу електричну струју. Узећемо дакле једну обичну електричну батерију и спровешћемо полове њене у суд напуњен донекле водом, коју ћемо пре тога закиселити мало сумпорном киселином, да боље спроводи струју. Чим почне електрика радити, опазићемо како се и над једним и над другим полом у води подижу гасни мехурићи — вода се дакле разлаже на неке гасне састојке. Да бисмо ближе видели, какви су ови гасови, хватаћемо их засебно над сваким електричним полом: узећемо две потпуно једнаке цеви, које су на горњим крајевима запгивене, па ћемо их напунити водом, оздо запушити, загњурити у суд, ту пажљиво под водом отпушити и онда обесити једну над једним а другу над другим полом (види сл. 27). Сад ће мехурићи гасних састојака, на које се вода разлаже, улазити у обешене цеви, и за колико они уђу, за толико ће вода у цеви спласнути. При том ћемо опазити интересан појав, да се у цеви, која је над негативним полом, развија два пут више гаса но у оној, што је над позитивним. Кад се у цевима нахвата довољно гаса, онда ћемо

их под водом запушити и измаћи. Оба су гаса по изгледу једнака — потпуно безбојни. Исто тако немају никаквога мириса ни укуса. Али је гас, што се развио над негативним полом, много лакши од ваздуха, те га врло брзо у отвореној цеви нестаје; други пак, што се развио над позитивним полом, тежи је мало од ваздуха, и може се за дуго одржати у отвореној цеви. Први гас може се упалити и горети, али се жар другога тела, чим се



Сл. 27. Разлагање воде на њене саставне делове електричном струјом.

у њега унесе, одмах гаси; други гас напротив не може сам горети, али кад у њега унесемо предмете, који само тињају, они намах букну у пламен, те изгоре и жешће и брже но на ваздуху. Онај први гас зове се водоник, а овај други кисеоник. Вода је дакле сложено тело — хемијско једињење —

од два гасовита елемента, водоника и кисеоника, али тако, да по запремини има у себи два пута више водоника него кисеоника. По тежини пак има првога око 11%, а другога 89%.

Хемијски чиста вода потпуно је бистра, нема никаквога мириса ни укуса; на обичној температури је увек течна. Кад се охлади до 3·7° Ц., спласнуће нешто мало; тад она заузима најмањи простор, и тежина једнога кубнога сантиметра овакве воде узета је за 1 грам. Кад се вода даље продужи хладити, она се — противно већини осталих тела — почне опет ширити, и најзад се замрзне. Температура воде, кад се почне ледити, или, обратно, леда, кад се стане отапати, узета је за нулу на термометрима (ово друго правилније је, јер вода може и да пређе 0°, а да се не заледи, нарочито кад је у миру). Кад се вода леди, онда 100 запреминских делова њених дају 107 делова леда; отуда је лед лакши него вода, те плива по њој. Кад се све јаче загрева, вода најзад прокључа и прелази у пару. Ово бива пре или доцније према притиску ваздуха на површину њену. Отуда на високим планинама вода много пре (на нижој температури) прокључа но у равницама. Температуру воде, кад кључа под средњим атмосферским притиском, који се на барометру обележава висином живина стуба од 760 мм., узео је Целзије за 100° на термометру, а Реомир за 80°. Једна запремина воде даје 1696 пута већу запремину паре. Водена је пара много лакша од ваздуха: литар ваздуха тежи 1·293 грама, а

литар паре 0·806 грама; с тога се водена пара и диже у ваздух.

Пролазећи кроз атмосферу при паду својем из облака на земљу и цедећи се затим кроз водоспроводне и пукотинама раздробљене камените терене да образује изданн и одржава изворе, вода у путу својем наилази на различите органске и неорганске материје и организована тела, на нека од њих раствара (растворене честице), а друга плави и носи са собом често на далека одстојања (суспендоване честице). Према томе у подземној се води могу наћи све оне материје, са којима она на својем путу кроз ваздух и земљу у додир долази, а које се при даљем цеђењу њену кроз земљу хемијски не измене или у слојевима земљиним не задрже.

Атмосфера је поглавито састављена од мешавине (не хемијскога једињења!) два гаса. Оба су безбојна, без мириса и без укуса, те се с тога ваздух и не види, нити се мирисањем осећа, али се лако познаје да га има, кад нпр. само манемо марамом или лепезом. Ветар, који нас хлади или нас шиба у лице и мрси нам косе, није ништа друго до блаже или снажније струјање ваздуха. Један од поменута два гаса јако потпомаже горење других тела, кад се у њега унесу, а други нити сам гори нити што може у њему горети. Први је неопходно потребан за одржаваље живота, и рад њега се управо ваздух и мора дисати; у другом, кад је засебан, не може ништа живо да опстане (не што би био отрован,

него што нема онога првога). Први је већ познати нам кисеоник, а други се зове азот. По запремини има у ваздуху $^1/_5$ кисеоника, а $^4/_5$ азота, по тежини пак 23% првога, а 77% другога.

Поред кисеоника и азота налази се у атмосфери, истина у много мањој количини али редовно, још и:

а) Водена пара, о којој је већ било говора; има је око 1%.

б) Угљен-диоксид („гасна угљена киселина"). Ово је гасно тело 1·5 пута теже од ваздуха, те се с тога увек хвата у најдоњим деловима његовим. Угљен-диоксид је хемијско једињење двају хемијских елемената: познатога нам кисеоника и тако званог угљеника (једнога чврстог елемента, који се налази као саставни део у свима органским материјама, и који остаје као угљен од дрвета, као чађ од дима, као гар од свеће итд.). Гасна угљена киселина постаје свуда при горењу и труљењу органских материја и при дисању људи и животиња, а избија и из земље, нарочито из вулкана и киселих вода (они гасни мехурићи што брзо ветре). Нагомилавање угљен-диоксида у ваздуху спречава биље, које га помоћу сунчане светлости троши као своју храну, а и атмосферске га воде упијају и сносе на земљу. Отуда после киша ваздух има знатно мање угљен-диоксида но иначе; отуда га у опште има више ноћу него ли дању, јер га дању при светлости троши биље а ноћу не; отуда је, најзад, количина његова доста про-

мењива. У 1000 делова ваздуха има га обично око 3 дела.

в) Амонијак. Безбојан гас, особитога смрада, знатно лакши од ваздуха. То је онај исти гас, што се по запуштеним нужницима смрадом осећа, и што штипље за очи и у носу. Састављен је од азота и водоника. Постаје нарочито приликом труљења животињских и органских материја, а нешто мало и при утицању електрине у ваздуху.

г) Азотна киселина. Ово је безбојна, пушљива течност киселога укуса. Састављена је од азота, кисеоника и водоника у нарочитој сразмери. Постаје у ваздуху у малој количини приликом електрине; нарочито грађена и више или мање нечиста позната је као љута течност под именом „ћезан“.

д) Амонијачка со азотне киселине („амон-нитрат“). Чврсто тело, састављено од амонијака и азотне киселине. Постаје у ваздуху у малој количини под утицајем електрине.

ђ) Амонијачка со азотасте киселине („амон-натрит“). И азотаста киселина је, као и азотна, једињење азота са кисеоником и водоником у нарочитој сразмери, само у друкчијој. Азотна, као што смо видели, постаје по мало у ваздуху под утицајем електрине, али азотаста не, нити је позната за се без једињења с другим материјама; под утицајем пак електрине, при испаравању водене паре, сагоревању у опите и рђању мно-

гих тела постају у ваздуху у малим количинама једињења њена с амонијаком.

е) Прашина од разних органских и неорганских материја, међу којима има у малим количинама редовно и обичне кујнске соли, која доспева у ваздух поглавито приликом испаравања мора и разбијања њихових таласа, па се после ветровима разноси по ваздуху.

Од ових побројаних материја растварају се у води лако амонијак, амонијачке соли азотасте и азотне киселине и кујнска со; азот, кисеоник и угљен-диоксид растварају се у води тешко и врло мало. Према томе атмосферска вода, кад падне на земљу, садржи у променљивим количинама: амонијака, амонитрита и амон-нитрата и обичне соли, а поред тога и незнатно мале количине угљендиоксида, кисеоника и азота.

Пре но што пођемо даље разгледати, шта бива у овом погледу с водом, кад почне свој пут кроз земљу, морамо се упознати с неколиким основним појмовима и терминима из Хемије. Као год што смо видели, да се воденик и угљеник једине с кисеоником и да су тако постала једињења вода и угљен-диоксид, тако се исто с кисеоником могу једнити и сви остали елементи; оваква једињења називају се у Хемији у опште оксиди. Слично овоме називају се посебна једињења елемената са сумпором сулфиди, са хлором хлориди, са јодом јодиди итд. И као год што азот, кад се сједини с кисеоником и во-

доником у нарочитим сразмерама, даје азотну и азотасту киселину, тако се и остали елементи једине с кисеоником и водоником у нарочитим сразмерама, и то неки само на један, а неки на више начина. Нека од оваквих једињења имају кисео укус, и зову се у Хемији киселине, а друга имају лужан укус, и зову се базе. По правилу метални елементи (гвожђе, бакар, олово, сребро, цинак, калије, натрије, калције, магнезије, алуминије итд.) граде базе, а неметални елементи (азот, угљеник, сумпор, фосфор, силиције, бор, хлор итд.) граде киселине. Тако имамо сем азотне и азотасте киселине још и угљену киселину, сумпорну киселину, фосфорну киселину, силицијеву киселину, борну киселину, хлорну киселину итд. Кад се киселине сједине с базама или с оним елементима, који граде базе, онда постају једињења, која нису ни киселине ни базе и која се у Хемији називају у опште соли. Све соли једне извесне киселине називају се у науци једним општим именом према почетку латин кога назива онога елемента, чија је та киселина. Нпр. соли фосфорне, силицијеве, борне и хлорне киселине називају се фосфати, силикати, борати, хлорати, соли пак азотне киселине, угљене киселине и сумпорне киселине, називају се нитрати, карбонати и сулфати, јер се азот зове латински Nitrogenium, угљеник Carbonium, сумпор Sulphur. Соли азотне киселине зову се нитрити за разлику од соли азотне ки-

селине — нитрата; исто тако соли сумпорасте киселине зову се сулфити итд.

Знамо да је површина земљина махом састављена од земљастога покрова, који је постао дробљењем и ситњењем најгорњих слојева. У овоме површинскоме слоју земљину има доста органских материја, али ове врло брзо прелазе у труљење, и при довољном приступу кисеоника неке се наскоро минерализују; оне пак органске материје, које се не оксидишу тако лако (хумусне), тешко се у води растварају, и с тога се обично у подземним водама налазе у сасвим незнатној количини. Вода дакле поглавито добија растворене минералне материје, пролазећи кроз разноврсне стене у кори земљиној. Све до дубине, до које се већином збивају појави, који нас интересују, састављена је земљина кора поглавито од врло малога броја једињења неколиких елемената. Најчешће и највише се у земљи налазе оксид силицијев (белутак), разни силикати, карбонати и оксиди, даље сулфати, фосфати и хориди елемената: алуминија, гвожђа, калција, магнезија, калија и натрија. У води се лако растварају све калијеве и натријеве соли (обична со, поташа, сода, шалитра и глауберова со), хлориди и нитрати калција и магнезија и сулфат магнезија (горка со). Сулфат калција (гипс) раствара се у води врло мало и тешко, још теже карбонати калција и магнезија (кречњак, мермер, калцит, магнезит, доломит), а белутак и у опште силикати се у

чистој води и не растварају. Ако ли пак у води има растворене угљене киселине, онда се у њој растварају много јаче све ове материје, дакле и кречне стене, па чак и сами силикати. Ово се нарочито потпомаже још тиме, ако вода има прилике да сиђе дубоко у земљу, јер јој се онда, као што знамо, повећа температура, а налази се и под великим притиском; у овим приликама и вода, као и свака друга течност, може да раствори много више растворних материја, а може да раствори и оне материје, које се иначе у њој не растварају. Највише може вода да раствори минералних материја, кад јој се стеку све поменуте погодбе: кад има у себи доста угљене киселине и кад има прилике да сиђе у велику дубину; за ово су нам најбољи пример киселе воде, које су врло богате минералним материјама.

А да се растворна моћ водина потпомаже, кад се и по једна од поменутих погодаба испуни, доказ су нам врели извори са гејзерима и тако зване суве пећине и врела. Има врелих извора, који као дубински извори избијају из најнерастворнијих терена, и који су сиромашни у угљеној киселини, па опет, с тога што им се температура много повећа и притисак јако нарасте, имају у себи растворених чак и силиката. Ову ћемо ствар овде само нагласити, а доцније биће о њој више говора.

Интересне су затим у овом погледу поменуте суве пећине и врела. Помоћу угљене киселине, коју добију из површинских слојева,

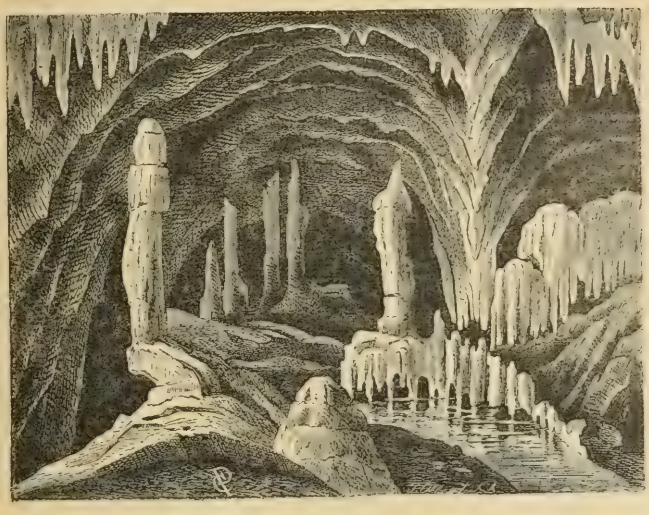
растварају подземне воде при пролазу кроз пукотине и канале у кречњачком терену толику количину кречнога камена, да често постају врло т е ш к е (имају много креча у себи). Избијајући затим на површину у врелима, губе ове воде угљену киселину која излази, и, пошто су кречни камен држале у раствору поглавито помоћу ње, овај се већим делом одмах отпочне таложити. Тако постају у близини многих врела кадшто грдни складови б и г р а, који се непрестано „спри“ из воде и често на површини и у прелому показује јасне отиске од лишћа и пужића, које случајно захвати или који на њ падну (сл. 28). Растварајући овако непрестано кречни камен и износећи га непрестано на површину, овакве подземне воде све више проширују пукотине и канале, кроз које пролазе, и у току времена напуштају старе, па хватају нове, тежећи при том стално на ниже к непробојној подини својој. Тако постају у кречњачким теренима разноврсне, често врло заплетено и кадшто врло велике подземне шупљине, које су скоро сасвим суве, тј. подземна вода их је давно напустила, па сад само повремено или стално прокапљује с тавана њихових и губи се по дну и странама кроз дубље каналиће. Ово су с у в е п е ћ и н е. Оне могу бити или скривене, или с једним отвором, или, напослетку, сасвим проходне. Од речних пећина и пећина с повременим врелима, с којима смо се већ упознали, разликују се оне тиме, што су им канали у разним нивоима и заплетенији, и што им тле нема сталнога на-

гиба, него је испроваљивано. Поред тога суве су пећине врло богате тако званим пећинским накитом, који се хвата на тавану, где вода из прслина прокапљује, и по поду, где стално озго пада. Пећински накит постаје на исти начин, као што се из врела таложи бигар: пролазећи кроз прслине и каналиће, под-

Сл. 28. Бигар с отисцима лишћа.

земна вода, помоћу пре тога упијене угљене киселине, обилато раствара кречни камен, и овај већим делом ночне одмах отпуштати, чим јој излапи угљена киселина, а то овде бива, чим стане с тавана пећине прокапавати, и том приликом проветравати се. Тако постају тако звани сталактити, који у облику великих

слеђених капавица, разноликих стубова и завеса висе с тавана пећине, и сталагмити, који се, обратно, начичкају по поду. Покадшто се сталактити споје са сталагмитима, и у облику фантастичних кулиса са завесама, платнима и стубовима, који се често као снег беле, чине заиста величанствен утисак на посетиоца. Оваквих пећина има на врло много места; чувена је Постојанска (Аделсбершка) Пећина у Крањској (сл. 29). И у Србији их



Сл. 29. Постојанска (Аделсбершка) Пећина у Крањској.

има доста, а најчувеније су Лазарева Пећина код Злота и Преконошка Пећина у Сврљигу (сл. 30).

Из свега досад реченога видимо, да подземна вода, које још при паду из атмосфере, које затим при путу кроз водоспроводне сло-

јеве или кроз пукотине и канальиће у стеновитим слојевима, може у себи да има растворене: амонијака, амон-нитрата, амон-нитрита, обичне соли, угљене киселине и у незнатној количини кисеоника и азота; затим из земље разноврсна једињења азотне, азотасте, угљене, сумporне, фосфорне и силицијеве киселине с елементима: калијем, натријем, калцијем, магнезијем, алуминијем, гвожђем итд. При поступном пролазу воде кроз земљу утичу ове материје хе-

Сл. 30. План Прекопошке Пећине у Сврљигу.

мијски на материје, што се налазе у саставу подземних стена, и, обратно, ове утичу на њих. На тај се начин врше разнолике хемијске промене у првобитном саставу подземне воде, или боље рећи у саставу растворених материја, што их је понела и у путу кроз земљу приновила. Азот се махом задржи још при пролазу воде кроз површински земљасти покривач терена. Кисеоник оде на оксидисање органских материја, на које се овде наиђе. Амонијак и азо-

таста киселина изгубе се врло брзо, претварајући се на кратко речено у азотну киселину. Угљена се киселина утроши на растварање карбоната, који се опет таложе и у земљи (или на излазу воде) већим делом задржавају, чим угљена киселина нађе могућности да изветри. Најзад многи сулфати, фосфати и силикати ступају у везу с кречним солима и претварају се у нова нерастворна једињења, која се таложе и у земљи задрже. Види се, дакле, да се при поступном процеђивању и путовању воде у дубину земљину јављају такви хемијски појави, који доприносе, да се материје, које је вода растворила у првим, горњим, слојевима, поступно све више издвајају, изузевши наравно случајеве, кад нарочите прилике баш обратно утичу: кад угљена киселина непрестано придолази, кад се температура много повећа или притисак веома нарасте. Изузевши овакве случајеве, о којима ће доцније нарочито бити говора, у редовним приликама подземне воде, које су се дуже кроз земљу цедиле, вазда садрже много мање растворених материја од вода, које су близу површине земљишта. Сем тога разликују се оне од плитких подземних вода још и по томе, што се у њима суспендоване органске материје (које нису у води растворене, него су онако заплављене) или никако не налазе, или их има у врло малој количини, што су без лако променљивих органских једињења, и што не садрже никако продукте распадања биљних или животињских органских материја.

Разуме се да ово пречишћавање (филтрисање) подземних вода при све дужем путу њихову кроз земљу није никако у сваком терену подједнако. Као што смо видели оно је у суштини својој врло заплетено и стоји до многих погодаба: какве ће материје вода растворити, на какве ће нове наћи, колику ће температуру добити, под каквим ће се притиском наћи итд. Уз то долазе још и друге погодбе. Тако: већа или мања шупљикавост (порозност) слојева условљава слабије или јаче пречишћавање воде од суспендованих материја, провстравање земљишта, кроз које се подземна вода цеди (нпр. струјање ваздуха по пећинама и подземним каналима), такође утиче на пречишћавање воде; најзад, бржи или слабији ток воде под земљом утиче такође на пречишћавање воде.

Према свему овоме јасно је, да и добро природно пречишћене подземне, па дакле и изворске, воде из разних терена могу имати различит хемијски састав. Ну ипак, ако нема прилике да се подземне воде загаде труљењу изложеним органским материјама, и ако оне у својем подземном току не ударају на слојеве обичне соли или гипса, те да их више имају у раствору но обично, садржина чврстих састојака у њима обично не може бити већа од пола грама у једном литру. Ово се одређује, кад литар воде потпуно испари, па се остатак добро осуши (суви остатак). При томе се у овоме хемијском испитивању (анализом) обично налази:

креча (и магнезије) од 0·18 до 0·20 грама
хлора . . . . . „ 0·02 „ 0·03 „
сумпорне киселине „ 0·08 „ 0·10 „
азотне киселине . „ 0·005 „ 0·015 „
органских материја . . . . . врло мало
амонијака } ни мало или у једва
азотасте киселине } приметним траговима.

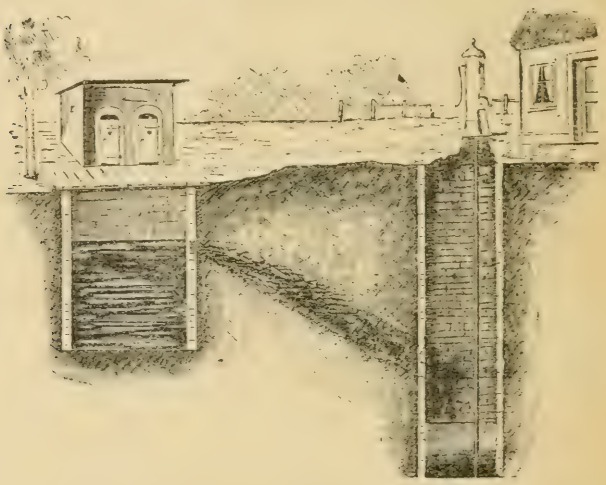
Видели смо, које погодбе у главном утичу на то, да подземне воде имају мању или већу количину растворених и суспендованих материја у себи. Видели смо и то, да су ове погодбе различите код разних терена, а сад ћемо додати, да се она у разна времена различито стичу и код једног истога терена. У ваздуху може бити у разна времена и разне количине оних споредних састојака његових, и више или мање прашине; према томе вода још као метеорска може имати различит састав. Пролазећи сад кроз површински слој земљин, вода ће у разним приликама добити и различиту количину растворених материја, јер нпр. јаки атмосферски падежи и хладноћа могу за извесно време да успоре или сасвим зауставе труљење органских материја; при овоме је од поглавитога значаја то, да ли ће вода добити још већу или мању количину угљене киселине (која се приликом труљења развија), јер јој је ова, као што смо видели, најглавније помоћно средство за даље растварање. Затим вода у пролеће јаче хемијски делује на стене, распаднуте зимским мразевима, но лети и у јесен. А кад вода овако при поласку на свој подземни пут може имати ра-

знатну количину разних растворених материја, онда ће доцније при пречишћавању (филтрисању) њену у дубљим хоризонтима наступити и различито међусобно хемијско дејство између поменутих растворених материја и оних, који се овде добију. Отуда вода с једнога истога извора или из једнога истога бунара, узета у разна времена, не показује увек један исти хемијски састав. А из свега, што је досад о овоме речено, јасно је, да ће ова разлика у хемијском саставу воде бити у разна времена много јаче код вода, које су ближе до површине земљишта, него код вода, које долазе из веће дубине. Исто тако у долинама, где је слабији ток подземне воде и где се поједини споредни токови поступно спајају, где, дакле, има више могућности да се вода изједначи, не показују се код суседних извора и бунара у разна времена такве разлике, као што је то често случај с водом из планинских извора, где вода кроз пукотине и капиларе много брже и поиздвајана протиче.

Међутим и ако је ово овако, опет се подземна вода идући кроз земљу махом толико прочисти, да је по правилу добра и здрава вода, само ако се накнадно не квари утицајем нпр. трулежи, барштина итд. Обична добра вода је потпуно бистра, у малим количинама безбојна, нема никаквога мириса, пријатнога је свежег укуса и има махом до пола грама „сувог остатка“ у једном литру. (О томе, какав је овај остатак, било је већ говора.)

Сваки ненасељени или бар од скора насељени крај, на којем нема баруштина и трулежи, има у опште добру и здраву подземну воду (претпостављајући, наравно, да није безводан). А у сваком месту, на којем су људи одавно настањени, и подземна се вода најзад поквари. Ово нарочито вреди за старије вароши. Нужници, ђубришта, помијаре и сваковрсна трулеж непрестано се умножавају и у земљиште упијају, тако да се ово засити трулим органским материјама чак до саме водене издани, а местимице још и дубље. Пролазећи кроз овакво земљиште, вода не само да не може да се очисти од оних органских материја и рђавих састојака, које је као атмосферска добила у ваздуху и на површини (јер је земљиште тако запљено, да више не може ни да их прима у се), него се затим као подземна обогати још у већој количини и новим органским материјама и састојцима, који постају приликом труљења њихова (сл. 31). Приликом говора о угљеној киселини (угљендиоксиду) видели смо, да се и она ствара приликом труљења органских материја; с тога подземна вода, загађена труљењу изложеним органским материјама, раствара помоћу ове угљене киселине још много више креча и других карбоната. Отуда су бунарске воде по старијим варошима скоро без изузетка тешке, блутаве, нездраве; отуда су по селима бунарске воде махом боље, него по варошима; отуда често у предграђима и новим малама има бунара са добром водом, док у старим

малама и чаршијама нико бунарску воду и не пије. Да не идемо даље, за ово нам је најбољи пример Београд. Као што је познато, он је врло стара варош, и подземну воду његову одавно већ не може нико да пије; међутим у скорашњем продужењу његову, на



Сл. 31. Бунарска вода квари се од нужника.

Савницу, има бунара с изврсном водом. У овом погледу може човек по многим нашим варошима, нарочито по механама, видети запуста ужасних примера. На неколико корака од препуног и запуштеног нужника и достојне му околине стоји бунар; ту је одмах, на згодну месту, и помијара или боље рећи место, куда се помије просипају, а ту је и шпала са својим огромним ђубриштем. Под-

земна се вода толико загади, да је услед тога не само тешка (са много креча) и блутава, него се хемијски може одмах доказати, да се тек у њој довршује труљење суспендованих органских материја са свима својим производима. Обично свет и не обраћа много пажње на ове ствари само ако је вода бистра и хладна, и тек онда, кад постане толико блутава и тешка, да се баш не може више да пије, тражи се за пиће друга која вода, а стара остаје још дуго за осталу употребу. Али у местима, где се пије оваква вода, има скоро стално тифа и других заразних болештина, којих у другим местима са здравом водом никако нема. С тога је за оваква места преко потребно, да напусте своју подземну воду, па да из каквога ненасељенога места доведу било изворску било бунарску, или да виде могу ли у самом своме месту добити хладнију артеску воду. Артеске су воде по правилу врло лаке и потпуно здраве воде, а често могу, као што смо видели, бити исте температуре као и бунарске или мало веће. Оне су непробојним слојем (или читавим низом оваквих слојева), што је изнад њих, потпуно обезбеђене од штетног утицаја органских материја и трулежи, што се нагомилава у горњим слојевима. Разуме се, да је у местима, где нема изворске и добре бунарске воде, боље и хладити па пити артеску, но рђаву бунарску воду.

Није још довољно објашњено, шта се све збива приликом труљења органских материја

и како се оно потанко врши. Органске материје биљнога порекла сложене су већим делом из тако званих угљо-хидрата (биљно градиво или целулоза, штирак, разни шећери и друге сродне материје), а најмање садрже беланчевинастих материја, масти итд., из којих су у главноме сложене животињске органске материје. Угљени хидрати су састављени од угљеника, водоника и кисеоника у нарочитој сразмери; из истих су елемената састављене и разне масти, само опет у нарочитој сразмери, а беланчевинасте материје имају у свом хемијском саставу поред ових елемената још и азота и сумпора, а по неке још и фосфора и гвожђа. Све беланчевинасте материје, угљо-хидрати, па и масти при довољном приступу кисеоника, а под утицајем неких биљних или животињских клица, које се називају Ферменти или маје, прелазе у распадање — труљење. Ове су клице, тако спљушни створови, да их често грдно мноштво може бити само у једној капи воде. С тога се голим оком и не могу видети, но само помоћу нарочите справе, тако званога микроскопа[1], па се зато и зову у опште микроорганизми. Науком је доказано, да се органске материје приликом труљења распадају у све простија хемијска једињења, која прелазе најзад у угљену киселину, амонијак, барски гас (онај гас што се услед трулежи

[1] О микроскопу види изближе у 28 књизи Српске Књижевне Задруге („Из Науке о Светлости") на стр. 206—211.

развија по барама) и сумпороводонички гас (онај гас што се развија нпр. у смрдљивим јајима). Загађена вода може, дакле, садржавати како ове крајње производе труљења, тако још и неиструлеле органске материје или прелазне производе труљења заједно с микроорганизмима: биће, обично, врло тешка, јер јој приликом труљења створена угљена киселина потпомаже, да много јаче раствара кречне материје; имаће у већој мери амонијака, но што би га иначе икако могла имати; може имати и азотасте киселине и сумпороводоника, нарочито ако се распадање органских материја врши још у самој њој; може, најзад, имати и већу количину азотне киселине, нарочито ако азотаста киселина и амонијак имају прилике да се јаче оксидишу и претворе у њу, односно у њена једињења. Поред ових производа распадања органских материја и самих органских материја с микроорганизмима садржи загађена вода још и оне растворљиве неорганске материје, које се поред органских налазе такође првобитно у саставу органских тела, као што су фосфати, сулфати и хлориди елемената калија и натрија, а међу последњима поглавито обична кујска со. Велике количине обичне кујске соли (натријумхлорид) и шалитре (калијум-нитрат) налазе се у подземној води у већини случајева као производи труљења животињских органских материја, разуме се ако случајно иначе нема у дотичном терену ових минералних материја.

На завршетку овога одељка да проговоримо две три речи још и о томе, како се испитује, да ли је која вода добра или не. Из онога, што смо досад у овом погледу о подземној води рекли, јасно је, да треба при овоме пазити не само на то, чега вода у себи садржи, него и на то, какав је терен, који је сабира и у којем се налази.

Терен, одакле се вода помоћу бунара или из извора за пиће и осталу домаћу употребу узима, мора бити такáв, да је потпуно искључена могућност, да се вода случајно загади. При томе треба нарочито још пазити и на геолошки састав његов. Ако је какав терен поглавито састављен нпр. од кречних слојева, може у његовој подземној води имати много више креча, па да буде са свим „исправна“, него у води која се налази у песковитом или шљунковитом терену, и у које су знатније количине креча одмах „сумњиве“, јер овакве воде већу количину креча добијају, као што нам је познато, уз припомоћ труљењу изложених органских материја. Вода, која долази из терена, у којем има и обичне кујнске соли, може имати доста ове у раствору, па је ипак природно чиста вода, докле су и мање количине кујнске соли, са показаних разлога, одмах сумњиве код воде, која не долази из оваквога терена. Боље је затим узети воду, која долази из мало веће дубине, јер ће бити природно пречишћенија, у саставу својем постојанија и температуре сталније, него плитка подземна вода, која је махом или још довољно

непречишћена или у извесно доба може таква да буде, и која се и по саставу и по температури много јаче мења. Ово је већ довољно објашњено, те се не морамо овде поново у исту ствар упуштати.

Оцењивање саме воде врши се испитивањем њених спољних особина, даље хемијским анализама и микроскопским испитивањем суспендованих материја и микроорганизама.

Вода, која се за домаћу употребу узима, треба да има особине обичне, природно добро пречишћене, подземне воде, тј. треба да је у малим количинама безбојна; да нема мириса; да је пријатно свежег укуса; да је потпуно бистра; да јој се температура мало мења и да је пријатно хладна; да јој је суви остатак из једнога литра мањи од пола или до пола грама; да при том нема много креча; да има што мање органских материја; да има што мање састојака, који долазе од распаднутих органских материја (шалитра, обична со); да нема таквих састојака, који показују да се распадање животињских органских материја врши у самој њој (амонијак, азотаста киселина, сумпороводоник) и да нема микроорганизама или само врло мали број, али нешкодљивих.

Воде, које немају пријатан свеж укус него су бљутаве и које ма како ударају, не само да су непријатне за пиће, него су и сумњиве; ово је врло често знак да су загађене. Воде, које нису потпуно бистре, или садрже неки састојак, који се почне таложити, кад вода стоји на ваздуху, или су из плитке издани, на

довољно напречишћене, или су изложене случајном мешању са каквом загађеном водом. Ако се температура обичне подземне воде јако разликује од средње годишње температуре места, на ком се налази, и ако се јако мења, онда или је из какве здраво плитке издани, или се меша с каквом водом, која се на површини загрева (нпр. барске воде).

Према саставу обичне, природно добро пречишћене, подземне воде постављени су бројеви каквих састојака и колико може бити у доброј води, тј. у њој може бити:

креча (и магнезије) .	од 0·18	до 0·20 грама
хлора	» 0·02	» 0·03 »
сумпорне киселине .	» 0·08	» 0·10 »
азотне киселине . .	» 0·005	» 0·015 »
органских материја . .	врло мало	
амонијака	ни мало или у једва	
азотасте киселине	приметним траговима.	

Али ове бројеве не треба сматрати као неке међе, које не смеју никако бити прекорачене, и које би се при оцени воде морале буквално узимати, као што је то пређе чињено. Према природи терена, који воду сабира, могу појединн састојци бити већи или мањи; извесни састојци могу бити у једном случају сумњиви, а у другом не, јер могу бити разнога порекла. Као огађена и неупотребљива има се сматрати она вода, у којој се сви или већина од набројаних састојака налазе у већој количини, него што је горе означено, и у којој се поред органских материја налазе још и микроорганизми, и амонијак, азотаста киселина

и калијумове соли — као доказ да се у води још врши распадање органских материја. Ове последње састојке земљини слојеви најјаче задржавају, па кад се и ти састојци налазе у води на месту, одакле је узимамо за употребу, то значи: или да је земљиште, које воду сабира, толико загађено, да више није у стању да ослобођава воду од производа трулења органских материја, него је још више квари, или да вода и у даљем путу свом кроз земљу има прилика, да се поново загади. Међу тим, ако вода и не долази из кречњачкога терена, а ипак је доста тешка, и ако поред тога има и шалитре, обичне соли и слична једињења, која уз њих иду, али нема поменуте састојке, који показују да се у њој још непрестано продужује распадање органских материја, и нема никако шкодљивих микроорганизама: онда је таква вода у горњим слојевима била загађена, па се после у даљем цеђењу кроз дубље слојеве ипак толико пречистила, да више није шкодљива.

Остаје нам сада још да проговоримо коју и о томе, како се микроскопом прегледа вода. Узме се мали стаклени судић, који се, наравно, прво добро очисти, и налије се у њ око 1 кубнога сантиметра воде, која хоће да се прегледа, па се онда овлаш поклопи малом стакленом плочицом и стави у тако звани рециипијенат, тј. у нарочити суд осредње величине, који је при дну испуњен сумпорном киселином (витриолом), а у средини, изнад киселине, има троножац, да се остави онај

судић, на се све поклопи. Сумпорна киселина јако привлачи и упија у се воду, те ће тако кроз извесно време онај судић испарити скоро до дна. Тада се остатак извади и метне под микроскоп, па се онда гледа, чега у води има.

Сем ситних кристалића, који су се приликом испаравања воде у реципијенту створили од растворених минералних материја, што су се налазиле у води, виђају се често и поменути ситни створови — микроорганизми — кадшто с врло јасним покретањем, даље разни делови њихови и разноврсне махом обојене органске материје — сем кад је вода сасвим чиста.

Мутна вода остави се прво да се слегне, па се онда и талог овако прегледа. Кад се хоће да види, како се и колико се ови микроорганизми множе у води, остави се у другом суду око пола литра воде да стоји извесно време (али не на сунцу, но у хладовини), па се одатле доцније узимају пробе.

Најзад се микроорганизми испитују и тиме, што се супе мало воде у стаклену цев, која се пре тога изнутра обложи сасвим чистом желатином. После дан два сваки шкодљиви микроорганизам најешће желатину на месту, где се ухватио, и размножавањем својим створиће ту често голим оком, иначе лупом, јасно видљиву тачку („колонију“). Према броју ових тачака одређује се, колико микроорганизама пада на један кубни сантиметар узете воде.

О томе, каквих све има микроорганизама, који се у води обично налазе, који су шкодљиви а који нису, колико их може бити у води итд., не можемо се овде бавити.

V.

Минералне или лековите воде; хладне, млаке и топле. — Састојци минералних вода. — Деоба минералних вода на класе. — Киселе воде: обичне, алкалне, алкално-муријатске и алкално-салинске. — Слане воде: обичне, јодне и бромне; соле природне и вештачке, слабије, осредње и јаке. — Горке воде. — Сумпорне воде: обичне сумпороводоничне, сумпорно-кречне, сумпорно-салинске, сумпорно-муријатске и сумпоро-алкалне. — Земљане воде: карбонатне (киселе) и сулфатне. — Гвожђевите воде: киселе, сулфатне, арсенске и манганске. — Индиферентне терме. — Постанак слапих, горких и гвожђевитих сулфатних вода. — Постанак киселих и сумпорних вода. — Постанак баља. — Расподела минералних вода у Европи као потврда за ово. — Три главна начина природне појаве минералних вода и четврти вештачки.

Као што смо приликом говора о хемијскоме саставу подземних вода видели, нема подземне воде, која не би имала растворених минералних материја у себи. Ових минералних материја може бити више или мање, али су оне у главноме једне исте код свих обичних подземних вода. Има међу тим и таквих подземних вода, које имају у себи и других,

необичнијих, састојака, каквих никако у обичних вода нема.

Остало је некако од старине, да се овакве воде називају минералне, док се обичне подземне воде, као и воде сличнога састава на површини земљиној, називају слатке. Међу тим нити су ове слатке, нити су само оне минералне; јер више обичне подземне воде често су много минералније (имају много више растворених минералних материја) него но неке минералне, као што је то случај нпр. с нашом Рибарском Бањом, која је врло лака вода. С тога је много правилније звати их онако, како их и наш народ назива — лековите, јер су оне, заиста, скоро све лековите, било услед неких својих састојака, којих у обичној води нема, било услед своје температуре, било услед и једног и другога.

Лековитих вода има хладних, млаких и топлих. Ове последње називају се засебним именом терме, или бање, или топлице. Има, на пролетку, и таквих терма, које имају врло мало минералних састојака у себи, или су ови скоро исти као и у обичних вода; ово су тако зване индиферентне просте терме.

Минерални састојци лековитих вода двојаки су: прво, изланљиви гасни и, друго, растворени чврсти састојци. Од првих најзначајнији су гасна угљена киселина код киселих и сумпороводонички гас код сумпорних вода; кисеоник и азот пак у овом су погледу сасвим од споредног зна-

чаја. — Од растворених чврстих састојака понајглавније су: соли хлора, брома, јода, флуора и сумпора с тако званим алкалним металима (поглавито калијем, натријем, ређе литијем), затим с калцијем, магнезијем итд.; киселине: угљена, сумпорна, фосфорна и силицијева; базе: натрија, калија, калција, магнезија, алуминија и гвожђа. Поред ових главнијих налазе се по кадшто у лековитим водама у незнатним количинама још и ови елементи: литије, селен, цезије, рубидије, стронције, барије, бакар, арсен, калај, цинак, антимон, манган и бор. Све ове материје стварају међу собом разноврсна једињења, а понајвише карбонате, сулфате и хлориде.

Према природи најглавнијих састојака, који се налазе у лековитим водама, деле се ове у главном на шест разних класа, од којих многе имају по неколико различитих својих врста. Ових шест класа јесу: киселе (киселјаци), слане, горке, сумпорне, земљане и гвожђевите воде. Као седма класа лековитих вода рачунају се индиферентне (просте) терме, које нису лековите по неком свом састојку, него само са своје топлоте.

1. Киселе воде (киселјаци) одликују се поглавито великом количином угљене киселине и уз то скоро увек великом количином натрија карбоната тј. соде (која се као растворена у води управо налази у облику тако званога бикарбоната), те се с тога ове воде зову друкчије општим име-

ном алкалне воде (јер, као што знамо, натрије спада у алкалне метале). Услед тога, што имају у себи много угљене киселине, разуме се, да им је дата могућност да растворе и много минералних материја, нарочито још ако спђу доста дубоко у земљу, па им се повећа притисак и температура. С тога киселе воде спадају у најминералније подземне воде у опште, и само слане и горке воде, као што ћемо видети, имају више минералних састојака од њих. Али од свих разноврсних састојака, што их киселе воде могу имати, за лековитост њихову од значаја су само они, који се налазе у толикој количини, да се у лекарском погледу могу сматрати као дозе (тј. количине, које могу имати дејства као лек). Према овоме деле се киселе воде на четири врсте, које се даље разликују још и по томе, да ли су хладне, односно млаке, или су у исто време још и терме.

а) Обични киселъаци. Имају доста угљене киселине (500 до 1000 кубних сантиметара у литру), али, с тога што је терен из којега долазе такав, сиромашне су минералним састојцима, или их имају, али ни један у знатнијој количини. Ретки су и махом су хладни. Са својега пријатнога свежег укуса јако се цене као „луксузне воде“, тј. за утољавање жеђи лети, за разблажавање вина, разне лимунаде, уз воћне сокове итд., за шта се највише и употребљавају.

Има их доста у средњој Француској, у области тако званога Централнога Платоа

(Средње Висоравни); даље у северној Чешкој (нарочито око чувене бање Карлсбада) и у Немачкој (поглавито на Рајни, где је и чувени Аполинарис). Код нас није познат ни један кисељак, који би се могао поуздано овамо уврстити.

б) Алкални кисељаци. То су оне киселе воде, које поред велике количине угљене киселине (460 до 1527 кубних сантиметара у литру) имају растворених још разних минералних материја, а поглавито соде (карбоната натрија, од 0·57 до 7·20 грама у литру). Између осталих минералних материја могу се налазити: поташа (карбонат калија), креч, магнезије, литије, стронције, гвожђе, арсеник, па и сам јод, али увек у малим или сасвим незнатним количинама. Већина су хладни, али има и врућих, само што су много ређи.

Хладних алкалних кисељака има на много места у Србији, као што су: Кисела Вода код Аранђеловца (у једном литру воде има 2·1 грама слободне угљене киселине, а 1·67 грама соде), Паланка (у једном литру има 2·2 грама слободне угљене киселине, а 0·9 грама соде), Водице (близу Паланке), Даросава (недалеко од Аранђеловца), Прилике (ниже Ивањице), Стублине (у округу ваљевском) итд. Од страних кисељака ове врсте чувени су: Гисхибел, Билин и Крондорф у Чешкој, Фахинген, Гајлнау и Тајнах у Немачкој, Вал и Алије у Француској итд.

Топли алкални кисељаци су у лекарском погледу много значајнији, јер су у исто време

и киселе воде и терме. Једно то, а друго што су они много рeђи по хладни, чини, те се они много више цене као лековите воде. Овакав је наш кисељак Врњачка Бања, недалеко од Крушевца, (температура 37° Ц., 1·5 грама слободне угљене киселине и 1·3 грама соде у литру воде), и Бања у селу Бањској округа топличкога (температура 51° Ц., прилично угљене киселине и соде).[1] Од страних кисељака долази овамо „бања над бањама“ Виши у Француској (температура 31° и 41°, слободне угљене киселине 460 до 541 кубних сантиметара, соде 3 грама у литру), Најенар у Прускоj и други неки.

Алкални кисељаци су лековити у стомачним болестима, у болестима органа за дисање, при запаљењу мокраћне бешике, против лучења мокраћнога камења, подагре и, нарочито кад су топли, против шећерне болести. Сем тога хладни се употребљавају и као „луксузне воде“.

в) Алкално-муријатски кисељаци. Ово су такви кисељаци, који поред велике количине угљене киселине и соде садрже још знатнију количину обичне кујиске соли (од 0·17 до 4·61 грама у литру). Што се тиче споредних састојака, они су исто тако разнолики као и код алкалних кисељака. И ови су кисељаци махом хладни, али их има и топлих, који се, наравно, много више цене.

[1] Слична је можда „накисела топла вода“ у селу Лукову у истом овоме крају (топла 55°Ц., само још није довољно испитана.

Хладни алкално-муријатски кисељаци су од страних нпр.: Глајхенберг у Штајерској, Лухачовица у Моравској, Селтерс у Немачкој, Скавница у Галицији итд. Од наших кисељака спада у ову врсту Ломница близу Крушевца (око 2 грама слободне угљене киселине, 2·8 грама соде и до 0·4 грама обичне соли).[1] У Босни има неколико оваких кисељака, такође врло добрих: код Дубнице и код Драгуња близу Доње Тузле и код Јасенице на Дрини северно од Зворника.

Вруће алкално-муријатске киселе воде су много ређе, и с тога се врло цене, још више него и саме вруће алкалне киселе воде. Овамо долази чувени кисељак Емс (27·9° до 46·64°Ц.) и Асмансхаузен у Немачкој (32·5°Ц.), Роаја у Француској (19° до 35·5°Ц.) итд. У Србији нема ни једне овакве воде.

Ове су воде лековите при запаљењу душника, стомака, мокраћних органа и жучних канала; добре су при првим знацима јектике (пре но што се почне крв бацати) и после запаљења плућа, плућне и трбушне марамице. Хладне се троше још и као „луксузне воде“.

г) Алкално-салински кисељаци. Ова врста киселих вода одликује се тиме, што поред угљене киселине и соде имају као

[1] Као да ће у ову врсту минералних вода спадати и они кисељаци, који се такође у близини Крушевца појављују у селима Мајдеву, Буцима, Сеземчи и Жареву, а исто тако и она минерална вода, што извире у самом кориту дунавском код Вишњице близу Београда, али и ово такође није још довољно испитано.

главни састојак још и глауберову со (сулфат натрија). Разуме се, да и код ових вода има као и код претходних још и разноликих других материја, али су оне од мањега значаја. И ови киселъаци могу бити или хладни или праве терме.

Чувени су хладни киселъаци ове врсте: Маријенбад (извесни извори) и Франциесбад („слани извор") у Чешкој, Роjич (Рогатац) у Штајерској, Тараси-Шулс у Швајцарској, Елстер у Саксонској итд.

Између врућих алкално-салинских киселъака најчувенији је Карлсбад у Чешкој (35° до 72·5°Ц.) затим Бертрих у Пруској (32·5°Ц.).

Ове су киселе воде лековите: против заостајања крви у доњем делу тела (нпр. шуљева) и передовне столице, против запаљења стомака, јакога гојења, жучнога камена, мокраћнога камена, костоболье, далака и шећерне болести.

2. Слане воде. Ове се минералне воде одликују поглавито великом количином кујинске соли (хлорид натрија). Поред овога главнога састојка, који им даје обележје, имају слане воде у знатнијој количини још и хлориде магнезија и калција, затим глауберове соли, а кадшто још и јода и брома. Од гасовитих састојака имају често знатније количине угљене киселине, а сумпороводоника и азота врло ретко.

Слане се воде деле на три врсте: на обичне слане воде, на јодне и бромне слане воде и на соле.

а) Обичне слане воде имају махом до 10 грама у литру растворених минералних материја, врло ретко до 20 грама, и то понајвише обичне соли, а сем тога имају готово увек знатну количину угљене киселине. Већином су хладне, али их има и топлих.

Хладне обичне слане воде су нпр. Албано у Горњој Италији, Алшо-Шебеш у Мацарској, Ариштат у Тириншкој, Канштат у Виртембершкој, Кисинген у Баварској, Кронтал у Пруској, Мондорф у Луксенбуршкој, Најхауз у Баварској, Нидерброн у Елзашкој, Пирмонт у Валдеку, Реме у Пруској.

Топле обичне слане воде су ређе, али их има, као што су: Баларик и Бурбон-ле-Бен у Француској, Баден-Баден, Висбаден, Соден и Наухајм у Немачкој, Батаља у Италији и још неке.

Овакве су воде лековите: против запаљења гуше и гркљана, запаљења стомака, дванаестопалачнога црева, жучних пролаза и материце, против увећавања јетре и слезине, и против костобоље и скрофулозе.

Има сланих вода ове врсте, које се од осталих одликују сразмерно великом количином (од 10 до 218 милиграма у литру) хлорида или карбоната литија, и које се услед тога нарочито хвале као лековите против костобоље и за растварање мокраћнога камена у бешици. Овакве су воде нпр. Салцшлирф („Бонифацијев извор“), Елстер („Краљев извор“) и Баден-Баден („Унгемахов извор“)

у Немачкој, Радаји („Накисела вода“) у Штајерској, Енеријеш („Салваторов извор“) у Мацарској и други неки.

б) Јодне и бромне воде су она врста сланих вода, које се одликују знатнијом количином јода и брома. Скоро све слане и многе киселе воде садрже по мало и ових минералних материја, али се само оне зову „јодне“ или „бромне“, које их имају сразмерно према осталим састојцима у знатнијој количини. Увек је јодна вода у исто време и бромна, само неке садрже више јода, а друге више брома. Ни јод ни бром не налазе се засебно, него у једињењима с натријем или магнезијем или калцијем. Скоро су све хладне.

Најзнатније су јодне воде Хал у Горњој Аустрији, Ивониц у Галицији, Пасуг, Саксон-ле-Бен и Вилдег у Швајцарској, Сјерк у Француској, Базен у Ердељу, Липик у Славонији, Диркхајм, Гочалковица, Хајлброн, Кранкенхајл, Салцшлирф и Салцбрун у Немачкој итд.[1]

Бромне воде (које имају више брома но јода и више га имају но претходне) чувене су: Даркава у аустријској Шлезији, Навиоци у Босни, Крајцнах у Пруској и још друге неке.

[1] Приликом преклањскога бушења земљишта ради истраживања угља нашло, се између Младеновца и Кораћице, у Космају на једну артеску воду, која није обична, јер има у себи поглавито око по грама обичне соли и око трећине грама горке соли у литру. Између осталих састојака (којих нема много, и који се јављају у малим количинама) најзначајнији је јод, којега има око четвртине

Јодне и бромне воде се највише пију, али се боји и купају у њима. Употребљавају се после реуматизма и костобоље, против шкрофулозе и покварене крви, за женске болести, кожне болести и копитане болести (познате под именом рахитиде — rhachitis).

в) Соле су оне слане воде, које толико обичне соли имају у себи, да је вреди испаравањем (на сунцу и кувањем) издвајати. Сем обичне соли имају оне још и мање или више и хлориде калција и магнезија, затим и глауберове соли, а по који пут, само ређе, и угљене киселине. Махом су хладне, али их има и с већом температуром. Према количини соли деле се на слабије (до 2% соли), осредње (од 2 до 6% соли) и јаке (од 6 до 25% соли). Кад имају већу количину соли, непријатнога су укуса, окидају и, пре но што ће се пити, морају се разблажити. Има их природних (где је сама слана вода у изворима избила) и вештачких (кад су бушењем сграђене). Вештачке су нпр. Артери у Вестфалији (Немачкој), Ишл и Рајхенхал у Аустрији, Тузла у Босни итд.

Од слабијих сола поменућемо хладне: Дирхајм у Баварској, Крајцнах у Пруској итд., и млаке: Кисинген (20·4° Ц.) у Баварској, Соден (30·5°Ц.) у Хесенској итд. У осредње соле спадају хладне: Артери у Вестфа-

милиграма у литру. Кораћичка артеска вода има, дакле, карактер јодне воде, само разблажене. Да ли се у истом крају неће наћи мало јача вода с више јода, још се не може казати, јер ради истраживања исте није предузимано ништа.

лији, Хал у Виртембершкој, Пирмонт у Валдеку, Кезен у Тирингији итд., и млаке: Наухајм (35·3° Ц.) у Хесенској, Реме (31·6° Ц.) у Пруској итд. Јаке су соле нпр. Хал у Тиролу, Ишл у Салцбургу, Гмунден у Горњој Аустрији, Аусе у Штајерској, Кестриц у Саксонској, Розенхајм у Баварској, Јакстфелд у Виртембершкој, Аришшат у Тирингској, Шотерихајм у Пруској, Сален и Саленде-Беари у Француској, Бекс и Рајнфелден у Швајцарској итд.

Соле слабије употребљавају се за пиће и за купање, а јаче поглавито за купање. Сматрају се за лековите у многим кожним и коштаним болестима, против нервозности, за реуматизам, костобољу и шкрофулозу.

3. Горке воде. Ове се минералне воде одликују тиме, што имају у себи растворене велике количине горке соли (сулфат магнезија) и глауберове соли (сулфат патрија), које чине те имају непријатан горкослан бљутав укус. Поред ових главних састојака има у горким водама још и карбоната магнезија (магнезита) и калција (кречнога камена), затим обичне соли и хлорида магнезије. Од гасовитих састојака имају ређе угљену киселину (у мањим количинама). Горке воде долазе после слаших вода у најминералније воде у опште, а то с тога што се и горка со и глауберова со у води лако растварају, па кад подземна вода у путу својем кроз земљу нађе на њих, она их износи са собом у великим количинама.

Горких вода има доста у свету, и све су хладне. Највише их има у Чешкој и Мађарској, а најчувеније су: Сајдшиц, Седлиц и Пилна у Чешкој, Будим, Гран, Алаи и Иванда у Мађарској, Бирменсдорф у Швајцарској, Монмирај у Француској, Фридрихсхал, Реме и Киспинген у Немачкој, итд. Најминералнија је будимска: има око 32 грама горке соли и око 33 грама глауберове соли у литру.

Највише се употребљавају за чишћење, с тога су лековите у свима болестима, где је ово потребно (шуљеви, велика гојазност, навала крви у главу итд.).

4. Сумпорне воде (сумпораче). Лековите воде, које се стављају у ову класу, доста су разнолике, али се опет све одликују тиме, што поред растворених чврстих минералних материја имају вазда и сумпороводоника, који их још из далека одаје, јер услед њега ударају на укварена јаја. Од растворених минералних материја имају или какав метални сулфид (највише сулфид натрија) или сулфат (нпр. глауберова со, гипс и др.). Има затим сумпорних вода, које поред ових састојака имају још и креча или обичне соли, те су на тај начин доста минералне, и, најзад, има других, које сем сумпороводоника тако рећи немају ништа друго више од обичних индиферентних терма. Количина сумпора у сумпорним водама може укупно износити од 1 до 93 милиграма у литру. Сумпорних вода има хладних и топлих; топле сумпорне воде чу-

вене су свуда као бање. Деле се на пет врста: на обичне сумпороводоничне, сумпорно-кречне, сумпорно-салинске, сумпорно-муријатске и сумпорно-алкалне воде.

а) Обичне сумпороводоничне воде одликује се само тиме, што имају сумпороводонички гас у себи, а растворених минералних материјала имају врло мало, тако да често спадају у вапредно лаке подземне воде. Како између растворених минералних материја понајвише имају натрија као сулфид (већином) или сулфат (ређе), то се и називају друкчије сумпоро-натријеве воде. Многе поред сумпороводоника садрже у гасним клобуцима и доста азота. Све су скоро без изузетка праве терме.

Највише оваквих вода има у области Пиренеја. Ту су чувене француске бање: Амели-ле-Бен, Бањер-де-Лишон, Бареж, Котере, О-Бон, Сент-Совер, Екс-ле-Бен, Ле-Верне итд. Од наших сумпорних бања спада у ову врсту чувена нам Рибарска Бања (37·5° до 38·7°Ц.), недалеко од Крушевца.

б) Сумпорно-кречне воде су оне сумпорне воде, које поред сумпороводоника садрже као поглавите састојке гипс и креч, а по кадшто још и хлориде калција и натрија, само у много мањим количинама. Има их и хладних и правих бања.

У ову врсту долазе од страних бања: Баден код Беча, Пиштан и Тренчин у Мађарској, Вараждинске Топлице у Хрватској, Илиџе код Сарајева итд., а од хлад-

них вода: Ајлзен у кнежевини Шаумбург-Липе, Лангенбрикен у Баденској, Винфелд у Баварској, Смрделац код Јеловца у Босни итд.

в) Сумпорно-салинске воде садрже поред сумпоро-водоничкога гаса све оно што и претходне, али уз то имају још и у већој количини глауберове соли и горке соли. Има их пак и таквих, код којих је глауберова со између растворених минералних материја главни састојак. На тај начин у овој једној врсти сумпорних вода имали бисмо две подврсте: сумпорно-кречне-салинске и сумпорно-салинске воде. И ових сумпорних вода има и хладних и топлих.

Као представнике прве подврсте навешћемо топле воде: Шпицнах у Швајцарској и Варадин у Мађарској, затим хладне воде Мајнберг у Липе-Детмолду у Немачкој и Нендорф у Баварској; за другу пак врсту имамо представнике између самих наших бања: Врањска Бања (23·76° до 88·75°Ц.), Брестовачка Бања (40°Ц.) северозападно од Зајечара, Гамзиградска Бања (40°Ц.) западно од Зајечара, Шарбановачка Бања (29°Ц.) у близини претходне.

г) Сумпорно-муријатске воде имају између растворених минералних материјала поред осталих сумпорних једињења у знатној количине и кујнске соли. Већина ових вода су терме.

Овакве су воде бање: Мехадија у Мађарској, Пјатигорск у подгорју Кавказа у

Русији, Пријаж у подгорју Пиренеја у Француској, Баден у Швајцарској итд., затим хладне: Вајлбах у Насавској, Собранч у Карпатима у Мађарској и још друге неке.

д) Сумпорно-алкалне воде су сличне с претходнима, само што још имају и соде у знатнијој количини, те се с тога друкчије могу звати сумпорне алколно-муријатске воде, као што их неки и зову. И оне су махом вруће.

Најзнатније од оваких вода су бање: Ахен и Буртшајд у Пруској, Вајлбах у Насавској, Харкањ у Мађарској, Расо код Прибоја у Босни итд.

Сумпорне се воде као лековите многоструко употребљавају: за пиће, за купање, удише се сумпороводоничин гас, који избија из њих, и још је лековито блато, које се ствара од обичне земље, куда пролази или се скупља вода од сумпорних извора. Кад се пију, сумпоровите воде надражују црева и изазивају веће лучење жучи; с тога се пију у болестима, кад је ово потребно. Даље, са успехом се пију после поступнога тровања живом или оловом и код запаљења слузокожа. Као купатила сумпорне су воде лековите за ревматизам костију и мишића, костобољу, узетости услед овога, многе кожне болести, сифилис, скрофулозу и невралгије (нервозна севанья). Удисање сумпороводоника нарочито помаже при запаљењу гркљана, ждрела и душника.

5. Земљане воде. Ова се класа минералних вода одликује тиме, што између рас-

творених минералних материја има вазда као поглавите састојке соли земноалкалних метала· (калција и магнезија). По који пут имају ове воде знатну количину угљене киселине, те се у многоме приближују киселим водама (као неки „земноалкални киселаци"), а често између осталих минералних материја имају доста и глауберове соли, гвожђа и помало обичне соли. Има их и хладних и топлих. Укуса су земљаног, бљутавог, кадшто сладуњавог. На ваздуху таложе земље.

Према природи главних састојака деле се на две врсте: на земљане карбонатне и земљане сулфатне воде.

а) Земљане карбонатне воде имају као главни састојак кречни камен (карбонат калција) или магнезит (карбонат магнезија) или обоје заједно поред доста угљене киселине („земноалкални киселаци"). Поред ових могу имати још и других минералних материја, али су оне од споредног значаја, нпр. гипса, глауберове соли, горке соли, соде, кујнске соли и др. Из овога се види, да ове минералне воде могу бити врло сложене и разнолике. Махом су хладне, али има и топлих, само су ове много ређе и никад нису високе температуре.

Доста оваквих вода има у Француској и у Босни; од првих поменућемо Екс (Bouches du Rhône, 33·1° до 36·8° Ц.), Пуг, Фонкод, Иса, Але итд., а од босанских: Киселјак код Сарајева, Лесковица близу Жепча, Бистрица, Маглај, Доња Тузла, Врућица

код Тешња (29° Ц.) и још неки. Чувене су затим минералне воде ове врсте: Вилдунген у Валдеку у Немачкој, Дрибург у Вестфалији, Маријенбад („Рудолфов извор“) у Чешкој итд.

Минералне воде ове врсте махом се пију, а у неким се и купа. Лековите су у болестима стомачним (нарочито кад се лучи много киселине), запаљењу црева, мокраћне бешике, бубрега, против лучења мокраћнога камења и још другим неким болестима. Француска пак бања Екс чак и пролепшава. (Ово збиља публика верује!)

б) Земљане сулфатне воде имају као главни састојак гипс, поред којег у мањој или већој количини може бити још и кречнога камена, глауберове соли, горке соли итд. Од гасних састојака имају махом но мало слободне угљене киселине, а код неких поред овога гаса избија и много азота; сумпороводоника немају никако, сем ако случајно не пролазе кроз слојеве, где има много органских материја, јер им се тада под утицајем ових од сулфата гради извесна количина сумпороводоника. Ових вода има и хладних, и млаких, и топлих.

Овакве су минералне воде хладне: Контрексевиј у Француској, Липшпринге у Вестфалији, Ребург у Хановеранској итд.; млаке: Вајсенбург у Швајцарској, Бридле-Бен у Француској и друге; вруће: Лајк у Швајцарској, Бат у Енглеској, Склено у Галицији, Лука у Италији, Илица код Бања-Луке у Босни итд.

Као лековите ове се воде употребљавају и за пиће, и за купање, удише се гас, који из њих избија, и маже се блатом, које се услед њих на земљи ствара. Пију се махом хладне (а и вруће) код запаљења гркљана и душника; гас се удише за ублажавање истих болетица; терме се употребљавају против костобоље, ревматизма, узетости услед ових болести, даље против кожних болести, и у неким болестима јетре; блато се маже код костобоље, ревматизма и кожних болести.

6. Гвожђевите воде. Многе минералне воде могу имати поред осталих састојака својих и по мало гвожђа, али код њих гвожђе није никад главно обележје, нити га има у толикој количини, као што га има код правих гвожђевитих вода. Ове се воде одликују сразмерно великом количином гвожђа и у исто време малом количином споредних састојака, тако да количина гвожђа износи најмање двестотинити део тежине свих растворених минералних материја, а по кадшто се попне и до двадесетога дела, те према томе има гвожђа код гвожђевитих вода од 0·01 до 0·08 грама у литру. Гвожђе се налази већином у једињењу с угљеном киселином (као карбонат), а често га има и у једињењу са сумпорном киселином (као сулфат тј. галица). У овоме последњем случају може се један део гвожђа налазити и у једињењу с арсенском или арсенастом киселином (као арсенијат или арсенит). Најзад, поред гвожђа може се налазити и сродан му метал манган у сличним једињењима. На тај

начин имамо четири врсте гвожђевитих вода: гвожђевите карбонатне („гвожђевите киселаке"), гвожђевите сулфатне, арсенске и манганске воде.

а) Гвожђевите карбонатне воде или гвожђевити киселаци су најраспрострањеније гвожђевите воде, а уједно и највише се употребљавају. Оне садрже гвожђе у једињењу с угљеном киселином, и махом поред тога имају доста слободне угљене киселине, која чини, те се поред тога што имају гвожђевит укус (као мастило) опет могу лако пити. Већином су хладне, а врло ретко топле.

Има их доста, али се највише цене оне, које поред угљене киселине и гвожђа немају много других минералних материја. Овакви „чисти" гвожђевити киселаци су нпр. Кенигсварт, Либверда и Маријенбад („Амброзијев извор") у Чешкој, Спа у Белгији, Лангенау у Пруској, Лобенштајн у Рајсу у Немачкој, Именау у Хоенцолерну у Немачкој, Пирмонт у Валдеку, Швалбах у Насавској, Крињица у Галицији, Бартфелд у Карпатима и Бузјаш у Мађарској, Рекоаро у Италији, Ораховица и Сочковац у Босни итд. Од врућих киселих гвожђевитих вода најчувеније су бање: Слијач (31° Ц.) и Вихње (38·3° Ц.) у Мађарској. У Србији је чувена „хладна гвожђевита вода" код Ковиљаче близу Лознице, која спада у ову врсту минералних вода, само није још довољно испитана.[1]

[1] У исту ће врсту можда спадати и „хладна кисела вода" у селу Белој Води у Темнићу, затим „црвена

Гвожђевити киселъаци се као лековити употребљавају и за пиће, и за купање, нарочито против малокрвности, нервозности, изнурености и женских болести.

б) Гвожђевите сулфатне воде су много мање распрострањене од претходних. Главни састојак њихов јесте сулфат гвожђа (галица), којега може бити 0·04 до 2·4 грама у литру. Све су овакве воде хладне; бистре су, али непријатног укуса, те се махом само разблажене могу пити.

Овакве су воде нпр. Отеј, Крансак и Паси у Француској, Роненби у Шведској, Александербад на Харцу у Немачкој, Мускау у Прускоj, Митербад у Тиролу итд.

Као лековите употребљавају се и за пиће, и за купање. За пиће нарочито су добре против дечјега пролива, против запаљења црева у опште и против наступне грознице; као купатила употребљавају се против запаљења слузокожа у женским болестима, даље код костобоље, ревматизма и кожних болести.

в) Арсенске воде су оне гвожђевитосулфатне воде, које у исто време садрже арсена у знатној количини, и то у једињењу с гвожђем (гвожђа арсенијат или арсенит) или као слободну арсенску односно арсенасту киселину. Истина има доста киселих и обичних гвожђевитих вода, у којима се такође налази арсен, али он у сразмери према другим ми-

вода» у Доњој Бадањи у Јадру и «кисела вода» у Црнљеву у Подгорини, само што ове воде нису још никако испитане.

нералним материјама и по количини, у којој се налази, нема никад онога значаја као код ових вода. Арсенске су воде хладне и непријатног укуса, као и претходне.

Најчувеније су воде ове врсте: Ронченьо и Левико у јужном Тиролу и Сребрница у Босни. Иначе их има још врло мало, и то много слабијих, као што су: Кудова у Пруској, Лаузик у Саксонској и још неке.[1]

Јако се цене као лековите, и с тога се у малим количинама пију, а и купа се у њима. Пију се нарочито против малокрвности, нејешности, скрофулозе, паступне грознице и многих нервних болести (које су у вези са малокрвношћу), а као купатила против неких јаких кожних болести (lupus и psoriasis) и јаких запаљења слузокожа у женским болестима.

г) Манганске воде су такође једна засебна врста гвожђевито-сулфатних вода, које се одликују тиме што поред гвожђа сулфата имају у знатнијој количини манган сулфата. Као год што има разних киселих и гвожђевитих вода да садрже у незнатним количинама и арсена, тако исто има и доста вода, нарочито гвожђевито-сулфатних, које имају по мало манган, али се само оне издвајају у ову засебну врсту, код којих је манган у сразмерно толикој количини, да самој води даје нарочито обележје. Манганске су

[1] И код нас ће, можда, бити сличних минералних вода на планини Рудпику, где подземне воде ударају на гвожђевито-арсенске бакарне руде, па избијају као тешки и бљутави извори „с којих се вода не пије", само ни једна од ових вода није још испитана.

воде управо оне гвожђевито-сулфатне воде, које поред гвожђа сулфата (галице) имају исто толико или више манган-сулфата. И ове су воде хладне. Као год и гвожђевито-сулфатне имају непријатан укус, сличан мастилу.

Већина вода, које се обележавају као „манганске", нису ништа друго до обичне гвожђевито-сулфатне воде, које имају нешто више мангана но остале минералне воде, али ипак никако у знатнијој количини. У осталом није још код свих вода пречишћено, које ће остати као обичне гвожђевито-сулфатне, а које ће се овамо уврстити. С тога има врло мало минералних вода, које се поуздано могу овамо уврстити. Од досад познатих понајчувенија је француска у Крансаку, а још је богатија манганом наша „горка вода" у Мирошевцу код Раче (крагујевачке), која према томе заузима у опште прво место међу познатим манганским водама.[1]

Манганске гвожђевите воде употребљавају се у истим болестима и на исти начин као и гвожђевито-сулфатне; држи се да су при том лековитије од ових.

7. Индиферентне терме. Већ је напоменуто, да ове воде и нису „минералне", и да

[1] Да би се ово боље видело, упоредићемо овде и анализе крансачке и наше мирошевачке воде.

У литру воде има:	Крансак	Мирошевац
гвожђа сулфата . . .	**0·0025** грама	**0·021** грама
манган-сулфата . . .	**0·012 — 0·070** „	**0·315** „
горке соли	1·246—1·998 „	3·246 „
гипса	1·080—1·562 „	1·462 „
алуминија сулфата . .	0·030—0·176 „	0·590 „

су лековите само зато, што су топле. Заиста, индифирентне терме или садржавају оне исте растворене минералне материје и онолико исто као и обичне воде, или имају и таквих састојака, којих у обичној води нема (понајчешће обичну со и глауберову со), али никад у знатнијој количини (највише до 0·6 грама у литру). Од гасовитих састојака имају врло често у великим количинама азота (много више но праве минералне воде), а по који пут и доста киселонике; угљене киселине имају врло ретко и врло мало, а сумпороводоник се налази још ређе и то само у траговима.

Има их доста, с тога ћемо поменути најчувеније: Буктон (27·7°) у Енглеској, Ликсеј (33°—35°) и Плонбијер (19°—69·9°) у Француској, Пфеферс-Рагаз (37·5°) у Швајцарској, Ландек (22°—29°) и Вармбрун (25·1°—43·1°) у Пруској, Либенцел (24°—33°) у Виртембершкој, Бадевајлер (26·4°) у Баденској, Шлангенбад (28°—32·5°) у Хесенској, Јоханесбад (29·6°) и Теплиц (32°—48°) у Чешкој, Добелбад (36·2°), Најхауз (37°) и Ремербад (38·4°) у Штајерској, Гастајн (24·5° до 48·4°) у Салцбургу, Крапина (41·8°—43·1°) у Хрватској итд. И у Србији их има неколико: Соко-Бања (46·5°) у варошици истога имена, недалеко од Алексинца, Јошаничка Бања (78°) код Јошанице у подножју Копаоника, Нишка Бања (37·5°) близу Ниша итд.

Као лековите индиферентне се терме деле на двоје: да ли ће при купању лагано одузимати топлоту телу или ће је повећавати;

прве су с температуром мањом од 37° Ц., а друге од 37° па на више. Прве се употребљавају ради опорављења после тежих болести, против преране остарелости, у многим нервним болестима, у многим женским болестима и против многих лакших кожних болести; друге пак, топлије, против последица ревматизма и костобоље, после запаљења и телесних повреда и против разних узетости и разних нервних болести и севања.

Како обичне подземне („слатке“) воде има скоро у сваком терену, а лековитих вода не, и како ових последњих у упоређењу с оним првим има далеко мање, то већ и по томе можемо закључити: да се на извесним местима у земљи морају стећи неке нарочите прилике, те да би лековите воде могле постати. Тако у ствари и јесте, и ми ћемо укратко разгледати те прилике.

Најпростије су погодбе за постанак слатких, јодних, горких, неких гвожђевитих, па и неких сумпорних минералних вода. Ове воде садрже такве минералне састојке, који се врло лако у води растварају, те према томе, ако само подземна вода има прилике да у путу свом кроз земљу удари на такве слојеве, у којима има обичне кујнске, или јодне, или горке, или гвожђане, или какве сумпорне соли, онда ће она, на местима где јој се за то прилике укажу, избијати у изворима слаким, јодним, горким, гвожђевито-сулфатним, арсенским, манганским и сумпорним (у овом последњем случају, ако

вода пре тога удари на органске материје, под чијим се утицајем из сулфата развија нека извесна количина сумпороводоника. Овакве лековите воде, дакле, ни у чему другом не разликују се од обичних подземних вода до у хемиском саставу. Оне су потпуно зависне од геолошкога састава терена, у којем се појављују, и у појаву својем везане су за распрострањеност онога слоја, из којега добијају своје лековите минералне материје.

Много више погодаба нак треба да се могу створити кисељаци. И овде, наравно, подземна вода у путу својем кроз земљу треба да нађе на оне минералне материје, које ће после имати у раствору, али како она ове материје раствара и држи у себи само помоћу угљене киселине, то пре свега треба ову од некуда да добије. Слично је и с правим сумпороводоничним водама; поред сталних минералних материја, које имају у себи, треба од некуда да им долази још и сумпороводоник. Има, истина, као што смо видели, прилика да се и у понеким сулфатним и земљаним водама развија покадшто нарочито под утицајем органских материја сумпороводоник, али он у овим водама није првобитан састојак и има га много мање но у правим сумпороводоничним водама; с тога неки ове воде називају другчије и случајне сумпороводоничне воде.

Прилике да подземне воде добијају угљену киселину или сумпороводоник створене су поглавито у вулканским областима. У околини још радних или већ угашених вулкана има

доста места, на којима непрестано избија из земље водена пара, угљена киселина, сумпороводоник, гасна сумпораста киселина итд. После сваке вулканске ерупције[1], кад изгледа да се вулкан већ смирио, јављају се у околини његовој, као остаци скорашње му силе, тако зване мофете и солфатаре, тј. из разних пукотина струји гасна угљена киселина, односно сумпорне паре. А тамо, где су се вулкани већ почели гасити, мофете су и солфатаре последњи издисаји њихови. Многи од читалаца, који је читао она заиста дивна „Писма из Италије“ пок. Љ. П. Ненадовића, сетиће се и занимљивог описа тако зване Пасје Пећине (Grotta del Cane), која се налази западно од Напуља, супротно од вулкана Везува. У тој пећини непрестано избија, оздо из земље, угљена киселина, и, како је тежа од ваздуха, хвата се по дну; људи могу да уђу у пећину, јер су с главом изнад угљене киселине, али пси, услед оскудице ваздуха, одмах обамру. Недалеко је одавде и чувена Солфатара, која је дала име свима својим другама, и из које непрестано избија поред водене паре сумпороводоник. И Пасја Пећина и Солфатара се налазе у тако званим Флегрејским Пољима, у којима се на много места врло лепо виде развалине од негдашњих вулканских кратера (гротла), и оне се јављају као последњи знаци ове велике вулканске области, која је одавно

[1] Ерупција је кад вулкан, уз страшну подземну тутњаву, потресе и уз бесну буку, избацује ватру, дим и пенео, или бљује растопљене камените масе.

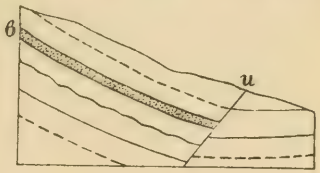
већ морала почети да се гаси. Ну сем по вулканским областима могу гасна угљена киселина и сумпороводоник избијати из земље и на таквим местима, где нигде трага од вулкана нема. За ово нам је, да не идемо даље, најбољи пример чувена Отровница у селу Лесковици близу Жепча у Босни. На једном месту избија овде из слојевитих стена непрестано угљена киселина; стока, која напље, цркава, а људи се гуше, те је отуда и дато поменуто име. Како у близини овога места нема не само сада вулкана, него ни трага да га је икада било, то је јасно, да овде угљена киселина мора сама по себи долазити из земље. Сличних појава има и на другим местима. Геолози су ухватили, да су овака места дубоке пукотине у кори земљиној. Кроз њих, дакле, а из дубине земљине, избија такође угљена киселина, а кадшто и сумпороводоник.[1]

Према свему овоме јасно је, да у областима садашњих и скорашњих вулкана и на местима, где су се створиле дубоке пукотине у кори земљиној, избијају из дубине угљена киселина и сумпороводоник. Кад ови гасови не напљу нигде на подземну воду, онда се појављују на површини земље као мофете или

[1] Сем на овај начин постају покадшто угљена киселина и сумпороводоник још и услед хемизма, који се на извесним местима врши у појединим саставним деловима — слојевима или складовима — земљине коре. Али како је ова ствар здраво заплетена, и како је од малог утицаја на постанак минералних вода, то се нећемо дубље у њу ни упуштати.

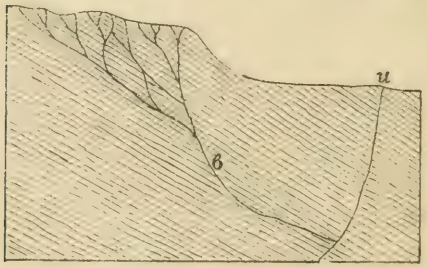
солфатаре. Ако ли пак уз пут ударе на подземне воде, онда их ове ушћају у себе. На тај начин постају сумпороводоничне односно киселе воде, и тако сад ове последње добијају могућности, да помоћу угљене киселине растварају разне минералне материје, на које наиђу.

Ну кад би само ове погодбе биле испуњене, киселе и сумпороводоничне воде би биле вазда хладне или највише млаке. Ми смо, међу тим, видели, да и једне и друге од ових вода могу бити још и терме. Да бисмо разумели, откуда ово долази, ваља нам се сетити онога, што је речено приликом говора о дубинским изворима. Водоспроводним слојем, који се налази између два непробојна слоја (види сл. 32), или кроз пукотине стеновитих слојева, које се идући на ниже све више удружују у заједничке канале (види сл. 33), спроводи се подземна вода у дубину. Што више сиђе у дубину, постаје све топлија, јер, као што смо видели, температура у земљи расте с дубином. На местима затим, на којима је оваквој води отворена одушка, нпр. каквом пукотином у земљиној кори, која пресеца водоспроводни слој или канал, и кад су ова места нижа но што је терен, који сабира воду из атмосфере, избија услед бочнога притиска подземна вода као ду-



Сл. 32. Терма из водоспроводнога слоја и пукотине; *в* водоспроводни слој, *и* извор (терма) на пукотини.

бински извор. Ако је подземна вода нешто мало сишла у дубину, онда ће дубински извор бити тако звана релативна терма, тј. биће управо још хладан, али вазда веће температуре, но што је средња годишња. Спеће ли пак у много већу дубину, биће и много веће температуре — права терма. Обично, кад се каже терма, разуме се увек права. Терме, дакле, нису ништа друго но дубински извори, који долазе из знатнијих дубина. За постанак индиферентних терма ово је довољно. Ако ли је сад она пукотина, која је пресекла водоспроводни слој или канал подземне воде у дубини и створила јој одушку, толико дубока, да је тиме дата прилика, да кроз њу а из дубине земљине избија и угљена киселина или сумпороводоник, онда ће вруће подземне воде упијати и ове гасове, и избијати затим на површину као вруће сумпороводоничне или вруће киселе воде, дакле и као минерални извори (с тога се научно зову термоминерални извори).



Сл. 33. Терма из водоспроводних преслина и пукотине; *в* водоспроводни канал, *и* извор (терма) на пукотини.

Кад узмемо на ум, да се, од дубине у којој је температура увек једна иста па идући на ниже, од прилике на сваких 30—40 ме-

тара температура повећава за 1° Ц., можемо приближно одредити, из које нам дубине долазе многе терме. Тако нпр. терма, која би била топла 50° Ц., долазила би из дубине од некаквих 1170—1560 метара.

Али није увек потребно, да подземне воде сиђу до овакво знатне дубине, па да добију већу температуру. У областима садашњих и скорашњих вулкана, тих „ватрених брегова“, како их неки називају, иде ово много брже. Зашта, овде температура много брже расте с дубином, и кадшто не треба сићи више од неколико десетина метара, па је већ веома велика. За ово су нам најбољи пример врели извори на Исланду, Новом Селанду и у Северној Америци, с којима ћемо се доцније ближе упознати.

Све ово, што је казано о постанку минералних вода у опште, потврђује се сасвим појавом и расподелом њиховом по земљи. Хладне, слане, горке и гвожђевите воде нису везане ни за вулканске области ни за пукотине у кори земљиној; оне потпуно зависе од самог састава терена, у којем се појављују. Напротив, киселе и сумпорне воде, индиферентне терме и у опште термоминерални извори везани су за области садашњих или скорашњих вулкана и омање пукотине у њима, или за дубоке пукотине у кори земљиној изван вулканских области. Тако се нпр. сви француски киселъаци налазе у скорашњој вулканској области тако званога Централнога Платоа. Сличан је случај с киселъацима у северној Мађарској и Ердељу, и с оним много-

бројним киселим водама у скорашњој вулканској области, која се идући са запада на исток протеже средином Немачке у правцу к Чешкој, захватајући и ову. С друге стране опет све се вулканске области, садашње и скорашње, одликују обилношћу топлих извора. Извори у вулканским областима на Исланду, Новом Зеланду и у средњој Северној Америци спадају у најтоплије воде на свету. Поменута скорашња вулканска област, што захвата средњу Немачку и северну Чешку, обилује разноврсним термама, као што су: Ахен (77·5° Ц.), Шлангенбад (28·75° Ц.), Емс (55° Ц.), Висбаден (63·75° Ц.), Соден (27·5° Ц.), Наухајм (30° Ц.), Карлсбад (73·75° Ц.), Теплиц (26·2 до 47·5° Ц.), Вармбрун (35° Ц.), Ландек (28·75° Ц.) итд. Области скорашњих вулкана у Пиренејима одликују се силним сумпорним термама, од којих грдан број има само у француском подгорју; то су те чувене пиренејске сумпороводоничне бање. Исто тако између појединих киселих вода у поменутој вулканској области Централнога Платоа у средњој Француској има и топлих. Код нас су за ово најбољи пример црноречке сумпорне бање; све оне, поред још других „бањица“, о којима се и не води рачуна, појављују се у једној интересној и у геолошком погледу скорашњој вулканској области нашој, коју вешто око местимице још из даљине може да разазна.

Исто овако има киселих и сумпорних минералних вода, хладних и врућих, као и обичних терма, далеко од вулканских области, усред обичних слојевитих терена, у којима нема

никаквога трага, да је икада било вулкана. Такве су нпр. индиферентна терма Гастајн (37·5° — 47·5° Ц.) у аустријским Алпима, терма Бормио (38·75° Ц.) у северној Италији, сумпорно-кречна терма Баден код Беча, они многи хладни киселъаци и друге терме између Беча и Винер-Најштата, наше терме Соко-Бања (46·5° Ц.) и Нишка Бања (37·5° Ц.), скоро сви наши киселъаци између Паланке и Букуље, у Колубари, Посавини, па и око Крушевца, скоро све минералне воде у Босни, врућe и хладне, итд. Ове су минералне воде везане за дубоке пукотине у кори земљиној, које се геолошки тачно могу запазити и одредити. И као год што у једној истој вулканској области може на једном месту избијати угљена киселина а на другом сумпороводоник, тако се и на разним местима једне исте дубоке пукотине у кори земљиној могу створити и одржавати разне киселе и сумпорне воде. Интересно је, како се ове пукотице одају већ и самим распоредом минералних извора: они су наврстани по линијама, које су или благо искривљене или скоро сасвим праве. Кадшто се по две или више оваквих линија укрштају, или се косо пресецају. Тако су нпр. минералне воде код Беча поређане у једној скоро сасвим правој линији, која би се повукла од Беча па мало западо поред Винер-Најштата, и иду редом: Мајдлинг, Брун, Баден, Феслава, Брун-Фишава, Хајлзамер Брун итд. Исто је тако главни део минералних извора у Босни поређан у скоро

правој линији, која се од Сарајева пружа преко Кисељака, Хан-Језера, Бјеловца, Хан-Бјеловца, Бусоваче итд. И код нас ће се овакве линије моћи ухватити, само кад се једном тачно испитају сви они многобројни извори, којих има скоро у сваком крају, и кад се буде боље познавао геолошки склоп земљишта. Ну шта за сад се може толико рећи, како је сасвим вероватно, да линијски распоред минералних вода око Арапћеловца (Смрдљиковац — Даросава — Буковик — Бања), код Паланке (Паланка—Водице—Мраморац), у Расини (Ломница—Жарево—Мајдево и Треботин — Ломница — Буци — Сеземча) стоји у вези с оваквим линијама.

Да многе минералне воде, а нарочито терме, долазе као дубински извори кроз пукотине, које су им створиле одушку, најбољи нам је пример случај, који се пре извесног времена десио у чешкој бањи Теплицу. Недалеко од ове бање (код Дукса) има много мајдана, у које се кроз тако звана окна (велике бунаре) силази у дубину, тамо вади угаљ, па онда машинама износи напоље. Кад се рударским радовима толико спшло у дубину, да се раскопао и онај непробојни слој, који врућој води не да да се разлива, него је натерује да тамо, где јој је природно створен отвор, кроз њену пукотину, иде у вис и избија као бања у Теплицу, онда је вода намах почела кључати у мајданске потконе и коморе, а бања је с места пресушила. Кад се после поменуто место затрпало, бања је опет прорадила.

Кад сведемо све ово, што смо до сад говорили, онда у самом појављивању минералних извора има три главна случаја, који се у главноме могу овако обележити:

а) Има минералних извора за које, да би постали, не треба никакве дубоке пукотине у кори земљиној нити напредних прилика, као што су у вулканским областима, него само да у терену има извесних минералних материја, које обична подземна вода може лако растворити. Овакви минерални извори и минералне водене издани, које их одржавају, нису, дакле, ништа друго него обичне водене издани и обични извори, само с водом друкчијега састава но обичне. За појав њихов вреди све оно, што смо казали говорећи о обичним изворима. Овакви су минерални извори хладне слане, јодне, бромне, горке, гвожђевито-сулфатне, арсенске и манганске воде.

б) Има минералних извора, који се такође одржавају од обичних издани и појављују сасвим као обични извори, али, да би могли бити то што су, морају бити у вези са пролинама у вулканским теренима или с дубоким пукотинама у слојевитим теренима. Кроз ове пролине односно пукотине избијају гасови (угљена киселина или сумпороводоник), улазе у обичне водене издани и промењују их по саставу. Остало је све исто као и код обичних извора. Ово су најређи минерални извори. Има их највише у областима данашњих или скорашњих вулкана махом као хладне киселе, земљане и сумпорне воде.

в) Има минералних извора, који су тако присно везани за пукотине у кори земљиној, да без њих не само не би били то што су, него се у опште не би ни могли појавити као извори. Ово је случај код већине киселих и сумпорних и многих земљаних вода, које су релативне или праве терме. Пукотина је не само отворила одушку њиховој издани, да избије као обичан дубински извор или терма, него им је још дала и прилике да постану минерални, доносећи им у исто време угљену киселину или сумпороводоник. Ако на каквом месту нема никакве друге водене издани сем обичне у најгорем делу терена, онда ће се појавити они извори, наведени под б). Али како на много више места поред обичне издани у горњем делу терена има још и дубљих, дубинских, водених издани, то ће се и поменути гасови поглавито овима упијати, јер на њих прво наилазе. Отуда су извори под в), дакле већина киселих, сумпорних, гвожђевитих и земљаних минералних вода, по правилу дубински извори. Избијајући пукотином, која их је отворила и у главном учинила, да буду то што су, ове ће минералне воде хватати и пукотине у горњем делу терена, ако их има, а обично их има. Отуда врло често дубинске минералне воде имају по неколико извора на једном истоме месту, и отуда, кад се један извор запуши, одмах појачају суседни извори. За ово су нам најбољи пример они многобројни извори у Врањској Бањи, Рибарској Бањи, Брестовачкој Бањи итд. Често се пак

рачвање појединих извора једне исте минералне воде врши чак у најгорњим слојевима, који су се доцније наносима река или потока створили на прекривши пукотину, из које би иначе минералне воде избијале као из правога врела својег. Најзад дешава се у оваквим приликама врло често и то, да се минерална вода, дошавши као дубински извор до наносног терена, који ју је застро, и не рачва на даље изворе, него се у облику подземнога извора излива у наносни терен и меша се с његовом воденом издани, претварајући ову у разблажену минералну воду своје врсте. Тако се од првобитне минералне воде дубинскога порекла стварају издани минералних вода по наносним теренима, које се у односу према површинским водама (нпр. према каквој оближњој реци) и у појави својих извора у свему управљају као обичне водене издани. На оваквим местима можемо добити минералну воду свуда где закопамо. Овога има на многа места, па исто тако и код нас, нпр. на Киселој Води код Аранђеловца, у Врњачкој Бањи, у Овчарској Бањи итд.

Потпуности ради навешћемо да, поред ова три главна начина природне појаве минералних извора, има још један — вештачки, тј. минерална је вода из дубинске јој издани добивена бушењем терена на исти начин, као што се граде артески бунари. Овакве су воде нпр. у Ему, Артерну и Наухајму у Немачкој, у Ишлу и Рајхенхалу у Аустрији, у Пешти у Мађарској итд.

VI.

Гејзери. — Велики Гејзер и Строкур на Исланду као пример своје врсте. — Постанак гејзерита. — Старије и новије објашњење гејзера. — Ораканкорако и Ротомахана с Тетаратом на Новоме Селанду. — Народни Парк на Јелавстони у Северној Америци; Цин, Цинка, Кошница и Стара Верна као примери његових гејзера.

Поменули смо, како се вулканске области одликују обилношћу врелих извора, и како овакви извори на Исланду, Новоме Селанду и средњој Северној Америци спадају у најтоплије воде на свету. Сем тога ови су извори у појаву својом тако необични и тако чудновати, да се у овом погледу јасно издвајају од свих досадашњих извора. То су тако звани г е ј з е р и, с којима ћемо се сада ближе упознати.

Гејзери нису ништа друго до огромни природни водоскоци, али водоскоци с врелом водом и који не раде стално но наступно.

Овакви су извори прво познати на великом острву Исланду, где их има доста. Нај-

већи од свих је Велики Гејзер, по којем су после и остали добили име.

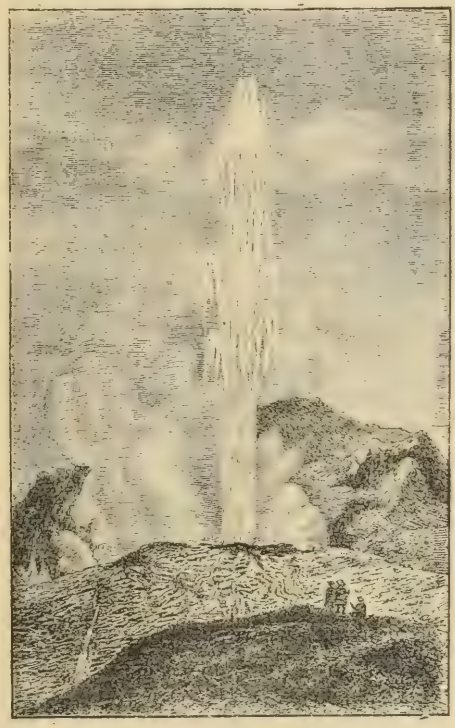
Велики Гејзер се налази на југозападном крају Исланда, 46 километара удаљен од чувеног исландскога вулкана Хекле, у једној равници, која је скоро са свих страна окружена глечерима (снежаницима) а покривена густом зеленом травом, кроз коју се веругају бистри поточићи топле или млаке воде. Још из даљине види му се велика пљосната купаста огрлица, која је до 10 метара висока и горе до 20, а при дну око 70 метара широка. Кад Гејзер не ради, па му се приђе ближе, види му се прво велико (око 18 метара ширине) а сразмерно плитко (2·30 метара) гротло, које се при дну одсечно сужава у округласто, потпуно глатко, 3 метра широко а 23·5 метара дубоко окно (бунар). Вода се понајлак прелива из гротла; потпуно је бистра и зелени се. При врху је врела 76° до 89° Ц., али кад се термометар спусти у дубину од 22·5 метара, онда се види, да је она много врелија — пре но што ће Гејзер да избаци воду 127°, а после овога 122° Ц.

Гејзер баца воду у неправилним размацима од 24 до 30 сахата, и онда се тек види шта је. Иначе се Гејзер само „мучи“. Од прилике сваки сахат и по зачује се јака подземна тутњава; Гејзер сав задршће, а у гротлу му се испупчи вода као какав велики мехур, који се наскоро распукне, па из њега кулне густа пара, носећи са собом оније млазеве воде у висину. Ово траје само неколико секунада, па

попусти, да се наскоро опет понови. Најзад се зачује много јача подземна тутњава. Вода се у гротлу јако ускомеша и почну избијати крупни кључеви по њој. Од једном груне са бесном хуком огроман (3 метра добео и преко 30 метара висок) млаз воде, која се разбија у милионе као снег белих капи, пуштајући густе облаке паре. Још овај млаз није ни почео да се враћа, а оно груне други за њим, па онда трећи, све јачи и у све већу висину (око 50 метара). После овога избијају још многи тањи млазеви, неки сасвим право у висину, а неки у разним другим правцима, шиштећи као ракетле и спајајући се с ранијим и доцнијим у разноврсне лукове (сл. 34). Овај заиста величанствен природни појав траје десетину минута, и онда се зачује још један, последњи, потмуо удар у дубини, после којега шикне танак али највиши млаз, носећи често у висину и камење са собом, па од једном нестане све, као неки сан. После овога гротло је сасвим празно, а и окно за 2·5 метра дубље, и вода стоји сасвим мирно као у каквом обичном бунару.

Поред Великога Гејзера има на истоме месту на Исланду још стотину других разних, мањих и већих, врелих извора, који на сличан начин бацају воду, само у много мањем размеру. Од њих је најчувенији С т р о к у р („Буњкалица“), који је удаљен око стотину корака од Великога Гејзера. Строкур нема никакве купасте огрлице нити има спољнога гротла, него само има сасвим сниску ограду, и одмах му

се од површине земљишта отпочиње окно, које је у почетку широко 2·40 метара, али се брзо сужава, тако да је у дубини од 8 метара широко само 26 сантиметара, па се овако узано продужује још 5·55 метара. У њему је



Сл. 34. Велики Гејзер на Исланду за време кад баца воду.

вода редовно за 3 до 4 метра испод површине, и непрестано кључа. На дну му је температура 114° Ц. Свака два до три дана баца Строкур за време од 5 до 6 минута велике

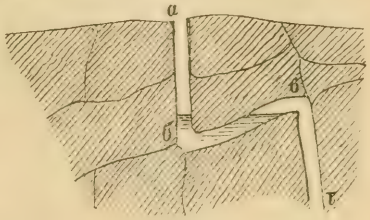
млазеве воде у висину око 30 метара, а са водом и камење, и то тако право, да се камење махом опет враћа у окно и поново лети у ваздух. Ово камење долази највише отуда, што га мештани и посетиоци бацају у грозло да „надраже“ Строкур; зашто, он у оваквим приликама, кад му се земљом, травом и камењем зачепи окно, баца воду и по неколико пута дневно, и то по који пут сасвим мрку (од убаченога блата).

Налазећи се у дубини, из које долазе, под притиском целога воденога стуба у окну и имајући врло велику температуру, гејзерске воде су у стању растворити много више минералних материја но обичне. Исландски гејзери долазе из врло тешко растворљевога (силикатнога) терена и немају у себи угљене киселине, па опет износе знатну количину (519 милиграма у литру воде) раствореног оксида силиције, који се одмах на површини (пошто се вода ослободила притиска и отпочела хладити) таложи у скрамама и разноврсним навлакама преко земљишта и предмета на њему. Тако постаје тако звани г е ј з е р и т[1], тј. гроздасте и бубрежасте скорепине или неправилно слојевите сталактитасте масе, којима гејзери граде своје огрлице и облажу своја грозла и

[1]) Уз ово има при постанку гејзерита значајна удела и врло сложен узајамни хемијски утицај између минералних материја, које се налазе растворене у гејзерској води, у шта се пак овде не можемо даље упуштати. Поменућемо само, да се у води Великога Гејзера поред оксида силиција (белутка) налазе још и сода, обична со, сулфат калија, глауберова со, горка со, сумпор и сумпороводоник.

окна, а исто тако и површину земљишта у својој околини, као год што кречне воде на врелима граде складове бигра и скорепине по разним предметима.

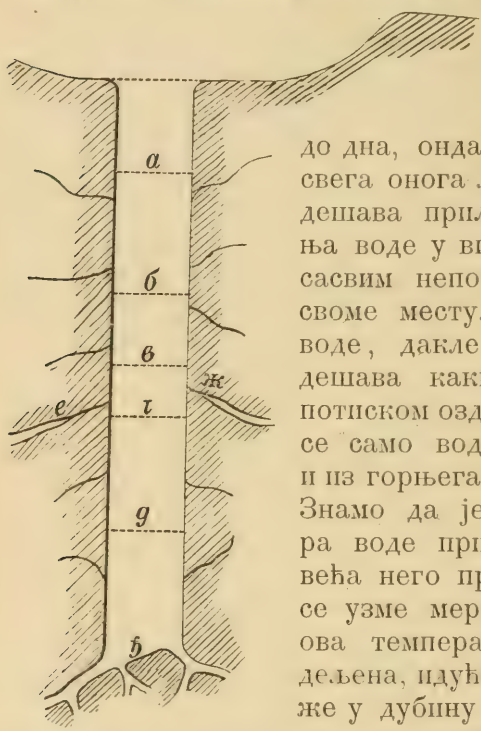
Изгледа, на први поглед, да је врло лако објаснити наступна гејзерска избацивања воде. Замислимо да се у вулканском, пролинама раздробљеном, терену на извесним местима унакрсне пролине прошире у канал облика *а*, *б*, *в*, *г*, на слици 35. Вода, која се кроз пролине скупља у канал *б* и *в*, затвориће најзад пролаз воденој пари и гасовима, што се развијају у овом вулканском терену и теже да из дубине кроз исти канал избију напоље. Докле год је сакупљена вода у каналу *б* и *в* у стању ово да чини, у каналу *в* и *г* нагомилаваће се све више и више паре; али кад парна снага толико нарасте, да јој вода у каналу *б* и *в* не може пролазу више ништа да смета, јурне она напоље, избацујући уједно и сву поменуту сакупљену воду.



Сл. 35. Старије објашњење гејзера.

На овај су начин пређе објашњавани сви гејзери. Вероватно је, да се избацивање воде код неких гејзера може и на овај начин вршити, али што се тиче баш Великога Гејзера и сличних му других врелих извора, ствар је много заплетенија, и не може се сасвим овако објаснити.

Научници, који су проучавали гејзере, уверавају нас о једном значајном појаву, који се при том дешава. Кад се спусти термометар до дна, онда он и после свега онога лома, који се дешава приликом бацања воде у висину, остаје сасвим неповређен и на своме месту. Бацање се воде, дакле, никако не дешава каквим парним потиском оздо, и избацује се само вода из гротла и из горњега дела у окну. Знамо да је температура воде при дну много већа него при врху. Кад се узме мерити, како је ова температура расподељена, идући озго на ниже у дубину, онда се за означене дубине *а*, *б*, *г*, *д* и *ђ* (сл. 36) добијају ови подаци:



Сл. 36. Садашње објашњење гејзера.

код а у дубини	3·30	метара	температура	85·5°
» б »	»	8·10	»	»	110°
» г »	»	13	»	»	121·8°
» д »	»	18	»	»	124°
» ђ »	»	22·50	»	»	126°

Пре него што пођемо даље разгледати шта нам ови подаци казују, потребно је да се сетимо онога, што је приликом говора о особинама воде наглашено, а то је: да она пре или доцније од 100° Ц. прокључа и прелази у парно стање, што је под мањим или већим притиском но обичним (који одржава равнотежу живину стубу у барометру, високом 760 милиметара). Што год је, дакле, вода под већим притиском, требаће и већу топлоту да достигне, па да може прећи у парно стање, а рачунањем се може тачно одредити и пробањем потврдити, колико баш у којим приликама треба.

Кад се сад за поменута места у Великоме Гејзеру (сл. 36), у којима знамо колику вода има температуру, израчуна према висини (дакле притиску) воде што је над њима, колику температуру вода треба да има, да би могла прећи у пару, добијају се овакве погодбе:

Које место?	Колика је температура овде?	Колика би требала да је, па да вода испари?
а	85·5°	107°
б	110°	116°
в	—	**120·8°**
г	121·8°	123·8°
д	124°	130°
ђ	126°	136°

Према овоме излази, да нема ни једнога места у гејзерову окну, у којем би вода имала толику температуру, да би могла прокључати и прећи у пару. Али се у исто време из таблице види, да је разлика између по-

требне температуре и температуре, која постоји, на местима при дну и при врху окна, веома велика, докле је око средине скоро незнатна. На месту *г* требала би температура да је 123·8°, па да вода пређе у пару, а она је 121·8°. На месту *в* требала би температура да је 120·8°. Кад би се нешто вода из места *д* могла дићи и доћи на место *в*, онда би одмах и још пре но што би дошла до *в*, прешла у пару, и тако би се у средини гејзерова окна створила снага, која би избацивала воду из горњега му дела. Овако и бива. Пролинама *е* и *ж* придолази пара с гасовима оздо из дубине вулканске, и удара од прилике по средини окна, али нема снаге да се пробије кроз водени стуб, што се налази одавде па до врха; с тога се задржава, скупљајући се и сабијајући све више и више. Најзад напон ове паре достигне толику снагу, да почне издизати цео водени стуб у окну, почевши од прилике од *г* па на више, докле доњи део воденога стуба мирно стоји. Чим се пак вода из места *г*, с температуром 121·8°, почне пети у висину к месту *в*, где јој за кључање не треба виша од 120·8°, одмах се отпочне претварати у пару, и као последица тога одмах гејзер отпочне бацати воду млаз за млазем. Да је све ово баш овако, доказује се врло убедљиво на један врло прост начин. Кад се завеже камење и пажљиво уза сам зид окна спусти један до места *в*, други до *г*, а трећи до *д* или *ђ*, онда се, пошто је гејзер избацио воду, камење из ду-

бине *г* и дубине *д* или *ђ* неповређено извуче, докле од првога, из дубине *в*, ни трага нема.

Остаје нам још да објаснимо, зашто се оно Гејзер „мучи“, тј. откуда оне паре, што на махове уздрма воду у Великом Гејзеру, избијајући у великим клобуцима, и како то да и сад водена пара пробије кроз водени стуб, а гејзер не избаци воду. Ово се такође може сасвим лепо и сасвим лако објаснити. Ваља се само сетити онога, што смо у почетку говора о Великом Гејзеру напоменули: да температура његове воде није стална. Вода му је на дну окна врела 122°, али се пред бацање загреје још више — до 127°. Исто тако на површини, у гротлу, она је после бацања око 76°, а доцније нарасте чак на 89°. Приликом бацања у висину вода се кроз ваздух проветри и расхлади; велики део ове воде отече, али исто тако знатан део врати се у гејзер, па расхлади и воду, која је заостала у окну. Отуда после овога вода на месту *г* (сл. 36) није више врела 121·8°, него тек око 110°, те с тога и кад доцније пара из прслина *е* и *ж* потера водени стуб у висину, поменута вода из места *г* дође истина до места *в*, али не може да се претвори у пару. Исто ово бива са свима осталим слојевима воде, који поступно долазе у места виших слојева, јер ни један од њих још нема потребну температуру, да би се могао претворити у пару. Док се ово овако дешава с водом, коју је пара из прслина *е* и *ж* потисла, дотле сасвим обратно бива са самом овом паром. Идући на више за воденим стубом

у окну, који потискује и који се никако не претвара у пару, она се најзад почне пробијати кроз воду, али том приликом долази у све хладнија места, те исто тако као што ту вода не може да пређе у пару, не може више ни она да остане као пара, него се згусне у воду. Ово бива с већим делом њеним, а само онај део, који се није расхладио, допре у гротло, ту испунчи воду, па онда, као мехур кад се распукне, избије напоље. У исто време, кад се онај део паре згушњава у воду, остају празнине у воденом стубу (јер вода заузима много мањи простор но док је била пара), и отуда се напрасним слегањем воденога стуба на овим местима јављају оне јаке потмуле праске. У току времена гејзер се све више загрева, и поједина места у окну његову добијају поступно све већу температуру. Кад једном ово дотле дође, да вода на месту *г* добије толику температуру, да се после, дошавши до места *в*, може одмах претворити у пару, онда ће почети и гејзер да баца воду у висину.

Кад знамо све ово онда нам је постанак гејзера сасвим јасан. Кишна вода и сочница (од отапања снежаника) упијају се у терен, у којем је повећана температура услед близине растопљене стеновите масе, која овда онда кипи кроз вулкан као лава. Из ове подземне лавине масе избијају непрестано пара и други гасови, па идући кроз пукотине навише к површини ударају на подземну воду и загревају је. На местима, где су јој другим пукотинама створене одушке, избија ова загрејана подземна

вода у облику врелих дубинских извора. Али докле год се у распореду пукотина, кроз које ови извори избијају, и пукотина, које такође спроводе пару и гасове, не стеку таке прилике као код гејзера, врели ће извори истицати као и обичне терме, само с мањим или већим гасним клобуцима. Деси ли се пак све ово, онда ће ове терме постати наступни водоскоци.

Још више него на Исланду има врелих извора и правих гејзера на Новоме Селанду. Они се налазе на северном острву Новога Селанда, где су махом у групама поређани у једном појасу, који се протеже од средине острва, па на североисток чак до мора. Најзнатније од оваквих група јесу прва у долини реке Ваикато, на месту званом Ораканкорако, и друга код језера Ротомахана.

Причају путници, да нема, ваљда, ништа чаробније, него кад се, идући уском и вијугавом долином Ваиката, од једном код Ораканкорака промени изглед, па се спазе они грдни водоскоци вреле воде, како на махове избијају, час један, час други, час по неколико њих од једном (сл. 37). Најинтересантнији од ових гејзера јесте тако звана Пуја-те-Мимиа-Хомаите-Ранга, која свака два сата по три и по минуте уз потмуло клокотање баца велике млазеве воде преко 6 метара у висину, и то косо, па после доста дуго шишти и дува пару. Главни пак овдашњи извор радио је некада, по причању мештана, као велики и веома јак гејзер, а сад је само велико гротло,

у којем непрестано ври вода у читав метар великим кључевима.

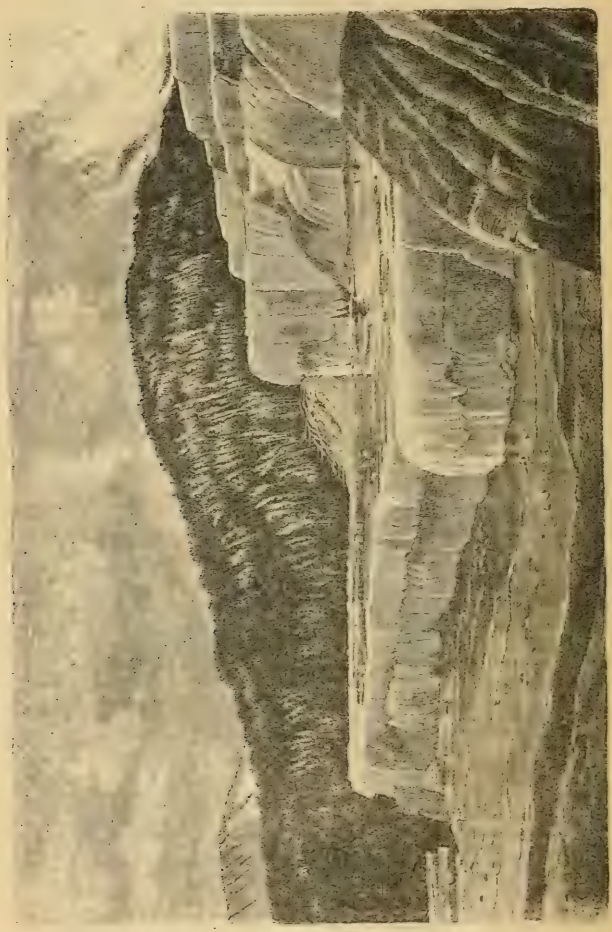
Језеро Ротомахана („Врућe Језеро“) спада у мања ново-зеландска језера, али је јединствено у својој врсти. Скоро свуда по стеновитој обали његовој шикљају врући извори или избија пара, која је тако врела, да се у њој за час може скувати месо, или обарити кромпири, што урођеници мештани редовно и раде. Исто тако врло многи врући извори

Сл. 37. Оракакорако на Новоме Зеланду с многобројним гејзерима.

избијају и по дну и по странама језера, тако да је оно услед тога сасвим угрејано, и то по 30° до 40°, а местимице, где се улевају хладни потоци, 15° до 20° Ц. Ово је заиста дивна једна бања, у којој човек може по вољи пливати и бирати хладније, млачније или топлије место за купање, како му се свиди, само што при том мора добро пазити, да га не за-

хвати какав врео кључ оздо. Најважнија је источна обала језера: овде су најглавнији извори, и то такви, који заиста спадају у најинтересантније своје врсте. Прво место припада дивној Тетарати, овоме „чуду над чудесима“ Ротомаханиним. Од прилике на 25 метара над језером, на благој, папратима обраслој, падини, из које на многобројним местима непрестано бије пара, издиже се велика гвозденом рђом црвено обојена и до 10 метара висока купа Тетаратина. Гротло је ове купе око 25 метара дужине и око 20 метара ширине; до врха је пуно кључаве воде, која се понајлак прелива преко многобројних степеница разне висине и ширине. Ове су степенице (сл. 38) начињене од глатког и као снег белога гејзерита, те заиста изгледају као да су од мрамора изрезане. Исто је такво и дубоко гротло, чија потпуно бела површина чини, те сасвим бистра и прозрачна вода у њему изгледа дивне плаве боје. Призор је заиста величанствен: усред сочнога зеленила диже се велика црвена купа, и у њену дубоком котлу ври потпуно плава вода, из које бију и гужвају се сури облаци, а на ниже се дале мраморне степенице, које се најзад губе у бељаскаво огледало језерово. Сем тога степенице нису озго равне, но местимице улокпуте као неке каде, које су такође испуњене бистром плавом водом. Ни највећа уобразиља не би могла замислити раскошније купатило од овога. Када за кадом, плиће и дубље, са хладнијом или топлијом водом, нижу се једна

за другом. Причају мештани, да се с времена на време, у дугим размацима, затресе Тета-



Сл. 38. Степеније гејзера Тетарате код Ротомахане на Новоме Селанду.

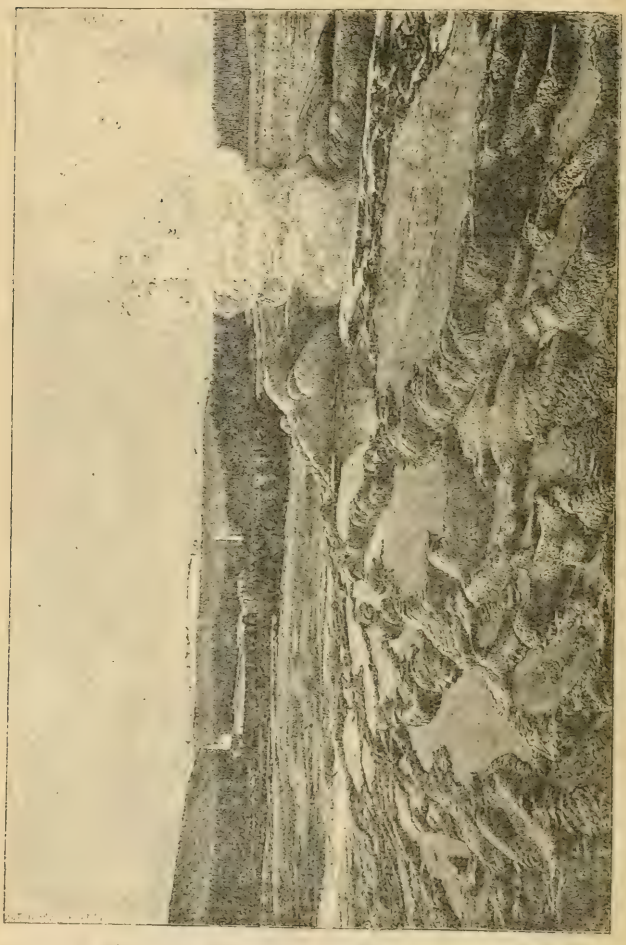
рата, и да онда са страховитом силином груне огроман млаз воде у велику висину; вероватно

је, дакле, да је и она гејзер, и да у овом погледу, судећи по огромној количини воде у гротлу, далеко превазилази и сам Велики Гејзер на Исланду.[1]

Највише врелих извора и гејзера има у Сједињеним Америчким Државама и то између области Вјоминга и Монтане, у горњем сливу реке Јелавстоне, која се улива у реку Мисури, притоку Мисисипију. Пре двадесет осам година није нико ни знао за ово место. Можда је пред необичним призором оних силних водоскока његових задивљен застао по неки од оних одважних рудара, што су се размилели били чак у ове пусте крајеве, тражећи срећу, али је с пропашћу њиховом пропао и глас, да се овде налази нешто, чега нигде на другоме месту на земљи нема. Амерички су геолози сазнали за ово тек 1869 године, а 1871 године први пут су се уверили, да су заиста имали раштa и дођи. Одмах је затим ово место проглашено за државно добро, и то је тај чувени „Народни Јелавстонски Парк“. Сада већ хуји поред њега северна пацифичка железница, те му се често диви велики број посетилаца. Које врелих извора које разних малих и великих гејзера има овде око 10.000, а држи се да их бар још толико има у даљим крајевима, који су још сасвим без становника. Има их у групама или поиздвајаних, с разноврсним складовима

[1] Има извештаја, да су на жалост и Тетарата и већина новозеландских гејзера приликом велике ерупције вулкана Таравера 1886 године потресима готово сасвим покварени и затрпани вулканским пепелом.

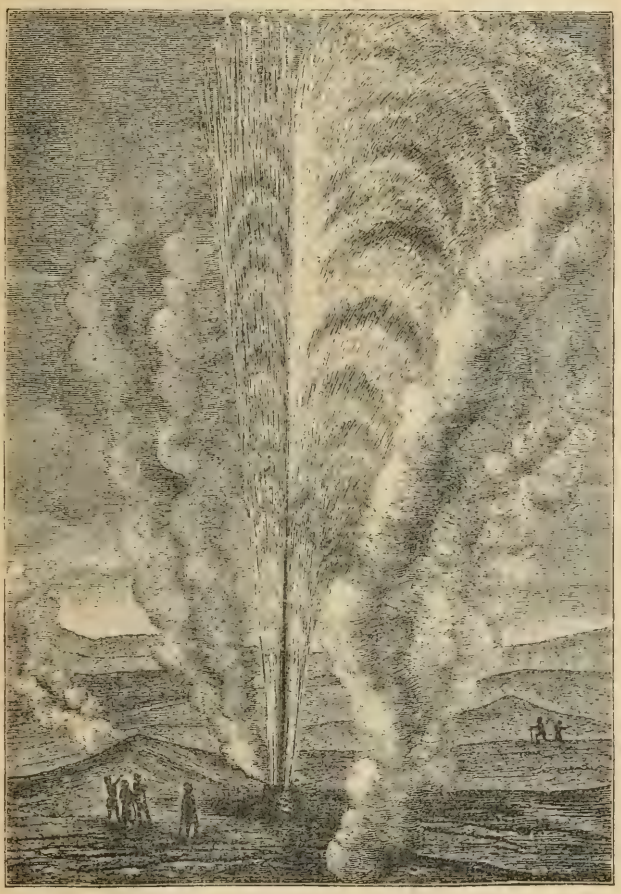
гејзерита (сл. 39), а има их и таквих, који износе и таложе у место гејзерита кречни камен,



Сл. 39. Народни Јелоустонски Парк у Северној Америци.

као год бигар. По неки избацују тако огромне масе воде и с таквом силином, да у овом по-

гледу превазилазе и сам Велики Гејзер на Исланду. Такав је нпр. Џин (Giant), који обич-



Сл. 40. Гејзер Кошница (Beehive) за време кад баца воду.

но дуже мирује, али кад се ражљути, он по четврт сахата грува страховите масе воде (сноп

од 2 метра дебљине) у висину преко 60 метара. Близу му је Ђудљива, а по који пут и горопадна Шиника, која у врло неправилним размацима времена баца јаке млазеве воде у висину око 25 метара, али неки пут јој дође, па шикља скоро по цео дан, и то још више у висину. Интересна је затим Кошница (Beehive) са сразмерно малом огрлицом, која на дан по један пут баца такође огромне количине воде у висину око 70 метара (сл. 40). Остали гејзери бацају тање млазеве, али их има, који при том шибају и преко 75 метара у висину, и има их, најзад, који тако рећи сваки час раде. Од ових последњих најзнатнија је Стара Верна (Old Faithfull), која и иначе спада у угледне јелавстонске гејзере, јер баца доста дебеле млазеве воде по 40 метара висине; „верна“ је што је запста ванредно тачна, јер ради редовно после сваких 65 минута.

ИЗДАЊА СРПСКЕ КЊИЖЕВНЕ ЗАДРУГЕ

I коло (1892)

1. Живот и Прикљученија Димитрија Обрадовића, свеска I, за штампу приредио и предговор написао Ж. Поповић. Цена 1·40 дин.

2. С мора и са Сува, црте др. Милана Јовановића. Цена 1·40 дин.

3. Даворје Ј. С. Поповића, за штампу приредио и речник и предговор написао Љубомир Стојановић. Цена 1·40 дин.

4. Бакоња Фра-Брне, написао Симо Матавуљ; с речником и предговором Љуб. Јовановића. Цена 2 дин.

5. Драматски Списи Косте Трифковића, свеска I, за штампу приредио и предговор написао Данило А. Живаљевић. Цена 1·40 дин.

6. Истинска Служба, написао П. Н. Потапенко, превео М. Ђ. Милићевић. Цена 1·40 дин.

7. Историја Српскога Народа с погледом на историју суседних Хрвата и Бугара, написали Љуб. Ковачевић и Љуб. Јовановић, свеска I. Цена 1·40 дин.

II коло (1893)

8. Живот и Прикљученија Димитрија Обрадовића, свеска II, за штампу приредио и поговор и речник написао Ж. Поповић. Цена 1·40 дин.

9. Мемоари Проте Матије Ненадовића, за штампу приредио и предговор, регистре и речник написао Љубомир Ковачевић. Цена 2·80 дин.

10. Два Идола, написао Богобој Атанацковић, за штампу приредио и предговор написао Андра Гавриловић. Цена 2 дин.

11. Камено Доба, написао Јован Жујовић. Цена 2 дин.

12. Прве Жртве, приповетка из српске прошлости написао Андра Гавриловић. Цена 1·40 дин.

13. Из Природе, мањи списи др. Јосифа Панчића, за штампу приредио и предговор написао Ж. Живановић. Цена 2 дин.

14. С Француског Парнаса, преводи Владимира М. Јовановића. Цена 2 дин.

III коло (1894)

15. Антологија Дубровачке Лирике, за штампу приредио и предговор и речник написао Милан Решетар. Цена 1·40 д.

16. Тамо амо по Истоку, прте др. Милана Јовановића, свеска I. с речником и с картом Индиског Океана и околних земаља. Цена 2 дин.

17. Песме Јована Илића, за штампу приредио Љуб. Стојановић. Цена 2 дин.

18. Драматски Списи Косте Трифковића, свеска II. за штампу приредио и предговор написао Дан. А. Живаљевић. Цена 1·40 дин

19. Воденица на Флоси, написао Џорџ Елиот, превео с енглеског Андра Николић, свеска I. Цена 2 дин.

20. Воденица на Флоси, написао Џорџ Елиот, превео с енглеског Андра Николић, свеска II. Цена 2 дин.

21. Историја Српскога Народа, с погледом на историју суседних Хрвата и Бугара, написали Љ. Ковачевић и Љ. Јовановић, свеска II. Цена 1·40 дин.

IV коло (1895)

22. Басне Доситеја Обрадовића, свеска I. за штампу приредио и предговор написао Андра Николић. Цена 2 дин.

23. Друга Певанија Змаја Ј. Јовановића, свеска I. за штампу приредио и предговор написао Милутин К. Драгутиновић. Цена 3 дин.

24. Нив старијих приповедака, за штампу приредио и предговор написао Андра Гавриловић. Цена 3 дин.

25. Тамо амо по Истоку, прте др. Милана Јовановића, свеска II, с речником. Цена 3 дин.

26. Бијесни Роландо, спјевао Лодовико Аристо, пренјевао Драгиша Станојевић, свеска I, с предговором, напоменама и речником. Цена 3 дин.

27. Тартиф и Тврдица, комедије од Молијера, превели Јован Ђорђевић и др. Владан Ђорђевић, за штампу приредио и предговор написао Јован Баја. Цена 2 дин.

28. Из науке о светлости, написао Ђорђе М. Станојевић, с предговором и 158 слика. Цена 3 дин.

V коло (1896)

29. Басне Доситеја Обрадовића, свеска II, за штампу приредио и поговор написао Андра Николић. Цена 2 дин.

30. Друга Певанија Змаја Ј. Јовановића, свеска II, за штампу приредио Милутин К. Драгутиновић. Цена 3 дин.

31. Слике из сеоскога живота, написао Јанко М. Веселиновић, свеска I. Цена 2 дин.

32. Тодор од Сталаћа, трагедија у пет чинова, написао Милош Цветић. Цена 2 дин.

33. Бијесни Роландо, спјевао Лодовико Ариосто, препјевао Драгиша Станојевић, свеска II, с напоменама и речником. Цена 3 дин.

34. Девајтис, роман од Марије Роћевичевне, превео с пољскога Никола Манојловић — Рајко. Цена 3 дин.

35. Књига о здрављу, српско издање приредио др. Милан Јовановић — Батут, са 53 слике у тексту и 2 засебне таблице у боји. Цена 3 дин.

VI коло (1897)

36. Живот архимандрита Герасима Зелића, свеска I, за штампу приредио Перо П. Ђорђевић. Цена 2 дин.

37. Босанчице, кратке приче из Сарајева, испричао Мита Живковић. Цена 2 дин.

38. Горски Цар, роман, написао Светолик П. Ранковић. Цена 3 дин.

39. Бијесни Роландо, спјевао Лодовико Ариосто, препјевао Драгиша Станојевић, свеска III, с напоменама и речником. Цена 3 дин.

40. Завјет, драмат у 4 чина, написао Симо Матавуљ. Цена 2 дин.

41. Историја Карла XII од Волтера, превео Стојан Новаковић. Цена 3 дин.

42. Подземне воде, изданн, извори, бунари, терме и минералне воде, написао др. Светолик Радовановић, са 40 слика. Цена 2 дин.

Сва досадашња кола књига могу се добити преко повереника или непосредно од Управе Српске Књижевне Задруге и то: I, II и III по цену од 7, IV, V и VI по цену од 10, а сва кола заједно по 6 динара од кола.

GB
1003
R3

Radovanovic, Svetolik
Podzemne vode

PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY